

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

RENATO TAVARES

**IMBRICAÇÕES ENTRE OS RITMOS DO CLIMA E OS RITMOS
DA URBANIZAÇÃO NA FORMAÇÃO DE RISCO E
VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAIS A
DESLIZAMENTOS DE TERRA NA SERRA DO MAR –
UBATUBA/SP**

TESE DE DOUTORADO

CURITIBA – PARANÁ
2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

RENATO TAVARES

**IMBRICAÇÕES ENTRE OS RITMOS DO CLIMA E OS RITMOS
DA URBANIZAÇÃO NA FORMAÇÃO DE RISCO E
VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAIS A
DESLIZAMENTOS DE TERRA NA SERRA DO MAR –
UBATUBA/SP**

TESE DE DOUTORADO

TESE APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA, CURSO DE DOUTORADO, SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA, UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - UFPR, COMO REQUISITO PARCIAL À OBTENÇÃO DO TÍTULO DE DOUTOR EM GEOGRAFIA

ORIENTAÇÃO: PROF. DR. FRANCISCO DE ASSIS MENDONÇA

CURITIBA – PARANÁ
2010

RESUMO

Imbricações entre os ritmos do clima e os ritmos da urbanização na formação de risco e vulnerabilidade socioambientais a deslizamentos de terra na Serra do Mar – Ubatuba/SP – Brasil

Os desastres naturais mais recorrentes no Brasil estão associados ao clima, como as inundações e os deslizamentos de terra/rochas que são deflagrados pela chuva. No entanto, as causas derivam da combinação de outros fatores dinâmicos da natureza e da sociedade, que imbricados, elevam o número de ocorrências e tragédias na atualidade. A análise dos ritmos do clima e os ritmos da urbanização no decorrer das décadas de 1970 a de 1990 em Ubatuba/SP revela quando e como há formação, desenvolvimento e agravamento das situações de riscos socioambientais aos deslizamentos de terra. A última década marca a aceleração do ritmo da urbanização no mais intenso processo de ocupação das encostas da Serra do Mar, sobretudo por assentamentos precários. Com isso, os desastres passam a ocorrer em condições habituais do ritmo climático, agravadas em episódios pluviais extremos, quando imprimem situações mais vulneráveis à população, que não tem consciência do risco e não percebe que está exposta ao perigo de perda de vidas.

Palavras-chave: Ritmo climático; ritmo social; deslizamento de terra; risco socioambiental; vulnerabilidade socioambiental.

ABSTRACT

Imbrications between rhythms of climate and the rhythms of urbanization in the formation of socio-environmental risk and vulnerability to landslides in Serra do Mar – Ubatuba/SP – Brazil

The more recurrent natural hazards in Brazil are linked to the climate, such as floods and landslides that are triggered by rainfall. However, the causes derive from the combination of other dynamic factors of nature and society, which overlapped, raises the number of occurrences and tragedies in the present time. The analysis of patterns of the climatical rhythms and the rhythms of urbanization over the decades from 1970 to 1990 in Ubatuba/SP discloses when and as it has formation, development and aggravation of the situations of social-environmental risks to landslides. The last decade marks the acceleration of the rhythm of urbanization in the most extensive process of occupying the slopes of the Serra do Mar, above all slums. Thus, the disasters begin to occur under usual climatic rhythm, accentuated in extreme rainfall events, when it does not have conscience of the risk and it does not perceive that it is displayed to the danger of loss of lives.

Keywords: Climatic rhythm; rhythm of urbanization; landslide, socio-environmental risk; socio-environmental vulnerability.

RÉSUMÉ

Imbrication entre les rythmes du climat et les rythmes de l'urbanisation dans la formation de risque et la vulnérabilité sociale et environnementales pour les glissements de terrain de Serra do Mar – Ubatuba/SP – Brésil

La plupart des catastrophes naturelles récurrentes au Brésil sont liés au climat, telles que les inondations et les glissements de terrain/rock qui sont déflagrées par la pluie. Toutefois, les causes découlent de la combinaison d'autres facteurs dynamiques de la nature et de la société, qui imbriqués, élèvent le nombre d'occurrences et de tragédies dans l'actualité. L'analyse des rythmes du climat et des rythmes de l'urbanisation pendant les décennies de 1970 à 1990 dans Ubatuba/SP révèle quand et comme il y a formation, développement et aggravation des situations de risques sociaux et environnementaux aux glissements de terrain. La dernière décennie marque l'accélération du rythme de l'urbanisation dans le processus plus vaste d'occuper les pentes de Serra do Mar, surtout les bidonvilles. Ainsi, les catastrophes commencent à se produire dans des conditions habituelles du rythme climatique, accentué dans les épisodes de précipitations extrêmes, quand ils impriment des situations plus vulnérables à la population, qui n'a pas conscience du risque et il ne perçoit pas qu'il est exposé au danger de perte de vies.

Mots-Clés: Analyse rythmique; rythmes de l'urbanisation; glissement de terrain; risque et vulnérabilité socio-environnement.

RESUMO

Imbricaciones entre los ritmos del clima y los ritmos de la urbanización en la formación de riesgo y vulnerabilidad socio-ambientales a deslizamientos de tierra en Serra do Mar – Ubatuba/SP – Brasil

Los desastres naturales más recurrentes en Brasil están vinculados al cambio climático, como inundaciones y deslizamientos de tierra/roca que son provocadas por las lluvias. Sin embargo, las causas se derivan de la combinación de otros factores dinámicos de la naturaleza y la sociedad, que se superponía, elevan el número de sucesos y tragedias en las noticias. El análisis de los patrones del clima y el ritmo de la urbanización en las décadas 1970 a 1990 en Ubatuba/SP revela cuándo y cómo hay formación, el desarrollo y las situaciones de empeoramiento de los riesgos sociales y ambientales a deslizamientos de tierra. La última década marca la aceleración de la urbanización en el proceso más extenso de la ocupación de las laderas de la Serra do Mar, sobre todo los tugurios. Por lo tanto, los desastres comienzan a ocurrir en el ritmo habitual del clima, agravado en los eventos extremos de precipitación, cuando se imprimen condiciones más vulnerables a las personas, que no son conscientes del riesgo y no se dan cuenta que están expuestos al peligro de perder la vida.

Palabras-clave: Ritmos del clima; ritmos sociales; deslizamiento de tierra; riesgos y vulnerabilidad socio-ambientales.



A praia - óleo/tela, João Vaz (1859-1931)
Casa Museu Anastácio Gonçalves, Lisboa/PT

*Dedico aos meus pais,
Verônica e José,
com amor e admiração*

AGRADECIMENTOS

Agradeço...

A todas as pessoas e instituições que colaboraram em uma ou várias etapas do trabalho, cedendo dados, informações e debatendo idéias, bem como aquelas que simplesmente demonstraram apoio.

Aos autores, suas obras e trajetórias de vida que inspiraram a realização do trabalho, sobretudo, os mestres-pensadores Henri Lefebvre (*in memoriam*) e Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro.

Ao orientador Francisco Mendonça, responsável por minha retomada à pós-graduação e quem ofereceu apoio e confiança no momento em que mais necessitava, e pela amizade.

Aos queridos amigos de Curitiba, cuja acolhida e convívio tornaram essa jornada mais prazerosa. Em especial, agradeço à querida amiga Márcia Fernandes, pelo seu imenso carinho, amizade e apoio em todos os momentos. Aos amigos Adilar, Lara, Claudião, Felipe, Wivi, Leandro e muitos outros que conheci nessa temporada.

Aos colegas e professores do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Departamento de Geografia, Setor de Ciências da Terra, da Universidade Federal do Paraná – UFPR; ao amigo Zem, que garantiu uma condução tranquila e exemplar nas atividades junto à secretaria; à professora Inês Danni-Oliveira, pela participação na seleção de ingresso e na defesa da tese, e por oferecer diversas sugestões que aprimoraram o trabalho; ao professor Leonardo C. Santos, pelas importantes contribuições no exame de qualificação; aos professores Salete Kozel e Luis Diniz, pelas disciplinas oferecidas.

Aos professores e pesquisadores de outras instituições que tiveram relevante participação em diferentes etapas do trabalho: Marley Deschamps, do Ipardes/PR, pelas diversas sugestões no exame de qualificação; Edith e Jean-Paul Délèage (França), pelas disciplinas oferecidas junto ao doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento (MADE-UFPR); Edvard Elias de Souza Filho (Departamento de Geografia - UEM/PR) e Luis Antônio Venturi (Departamento de Geografia – FFLCH – USP), pelas disciplinas e por me aceitarem como aluno especial; Mirian Gutjahr (Instituto Geológico/SMA), Nilson Fraga (UFPR) e Magali Mendonça (UFSC), pelas valiosas contribuições na defesa da tese.

Ao Instituto Geológico (IG), da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, instituição onde trabalho desde 1993, aos pesquisadores e parceiros: Mirian Gutjahr e Gustavo Armani, da climatologia; Cláudio Ferreira, Jair Santoro, Márcia Pressinotti, Lídia Tominaga, Ricardo Vedovello, Célia Souza, Maria José Brollo, Rodolfo Mendes, Daniela Faria e Paulo Cesar Silva, da geotecnia e geologia ambiental; Denise Rossini-Penteado, Rosangela Amaral e Rogério Ribeiro, geógrafos, todos componentes do Grupo de Pesquisa em Prevenção de Desastres Naturais do IG; ao apoio e a amizade de Lourdes Gomes, na secretaria da Geografia; à Sônia Nogueira, na diretora geral no início do projeto; ao Gilberto Sanches, na informática; à Sandra Moni e Eduardo Braga, pelo Núcleo de Publicações e Divulgação.

Aos colegas do Museu Geológico, do Instituto Geológico, Diamani de Paulo e Fernando Pires, pela receptividade e amizade.

Ao professor e amigo João Lima Sant’Anna Neto, da FCT/UNESP – Presidente Prudente/SP, que no período anterior ao doutoramento, participou de importante parceria com o Instituto Geológico na realização de projeto de pesquisa sobre a climatologia do litoral norte paulista, que culminou no início da concepção desta tese.

Aos colegas e parceiros da FCT/UNESP nas pesquisas climatológicas sobre o litoral norte paulista, em especial, o professor Tadeu Tommaselli, a geógrafa Ângela Silva e o amigo e mestre em geografia Newton Brigatti.

Aos órgãos e instituições que gentilmente cederam dados à pesquisa, sobretudo, aqueles mantenedores de estações meteorológicas e postos pluviométricos em Ubatuba/SP: Instituto Oceanográfico/USP; Instituto Agrônomo de Campinas/SAA; Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo – DAEE, atualmente ligado ao CTH/USP; Prefeitura Municipal de Ubatuba; Defesa Civil, nas instâncias municipal, regional e estadual.

A todos aqueles que indiretamente contribuíram para esta fase, bem como a outros que ofereceram auxílio e não foram citados. Devo agradecer a presença daqueles que me acompanham durante anos e sempre me deram força e motivação, em todos os aspectos da vida, mantendo *os polirrítmos em aparente harmonia*: meus queridos amigos, Blu, Cinthia, Cássio e outros, que aceitaram minhas ausências e recusas.

À minha família, que sempre me creditou confiança e me apoiou, sou grato e feliz por tê-los em minha vida – minha mãe querida, meu pai, minha irmã Valéria, meus irmãos Henrique e Ricardo.

E a Deus.

Muito obrigado a todos!

SUMÁRIO

RESUMOS	3
AGRADECIMENTOS	7
SUMÁRIO	10
LISTAS	11
PRÓLOGO	15
INTRODUÇÃO	18
PROBLEMÁTICA E HIPÓTESES	24

PARTE I. TEORIA E MÉTODO

I. 1. O RITMO: CONCEPÇÕES E CATEGORIAS DE ANÁLISE	30
I. 2. ABORDAGEM GEOGRÁFICA SOCIOAMBIENTAL AO OBJETO	44
I. 3. RISCO E VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAIS: UMA DISCUSSÃO TEÓRICA	60
I. 4. MATERIAL E MÉTODOS	74

PARTE II. EMPIRIA E ANÁLISE

II. 1. AS DINÂMICAS DA NATUREZA E DA SOCIEDADE EM UBATUBA/SP: ASPECTOS GERAIS	87
II. 2. OS RITMOS DO CLIMA EM UBATUBA/SP: VARIABILIDADE PLUVIAL	96
II. 3. OS RITMOS DA URBANIZAÇÃO EM UBATUBA/SP: EXPANSÃO URBANA E CRESCIMENTO POPULACIONAL	134
II. 4. OS RISCOS E AS VULNERABILIDADES SOCIOAMBIENTAIS EM UBATUBA/SP: DESLIZAMENTOS DE TERRA	159
II. 5. IMBRICAÇÕES ENTRE OS RITMOS DO CLIMA E OS RITMOS DA URBANIZAÇÃO NA FORMAÇÃO DE RISCO A DESLIZAMENTOS DE TERRA EM UBATUBA/SP	171

PARTE III. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	221
---	-----

BIBLIOGRAFIA	257
--------------	-----

LISTAS

FIGURAS

Nº	Título	Página
1.	Esboço metodológico da tese	75
2.	Ubatuba/SP: área de estudo, localização dos postos pluviométricos e estações meteorológicas	78
3.	Ubatuba/SP: localização geográfica e proeminência da Serra do Mar	87
4.	América do Sul: principais centros de ação atmosférica e zonas de domínio habitual das massas de ar (MONTEIRO, 1973)	96
5.	América do Sul: grandes regiões climáticas (MONTEIRO, 1973)	98
6.	Estado de São Paulo: tipologia climática (MONTEIRO, 1973)	99
7.	Estado de São Paulo: pluviosidade média anual (CARVALHO e ASSAD, 2005) e detalhe da Zona Costeira Paulista (TAVARES et al, 2003)	101
8.	Ubatuba/SP: distribuição espacial da chuva anual entre 1971 e 1999	103
9.	Ubatuba/SP: distribuição pluvial anual, desvios positivos e negativos, média e tendência linear entre 1971 e 1999	104
10.	Ubatuba/SP: painéis temporo-espaciais da distribuição pluvial mensal entre 1971 e 1999	106
11.	Ubatuba/SP: distribuição mensal da frequência absoluta dos totais pluviais ≥ 80 mm/dia	118
12.	Ubatuba/SP: frequência absoluta por década dos totais pluviais ≥ 80 mm/dia	119
13.	Ubatuba/SP: número máximo absoluto mensal de dias da sequência chuvosa	121
14.	Ubatuba/SP: totais pluviais máximos absolutos em 24h (mm)	123
15.	Ubatuba/SP: totais pluviais mensais das sequências chuvosas (mm) – 1971-1999	124
16.	Ubatuba/SP: mancha urbana do município no ano de 1960	135
17.	Ubatuba/SP: mancha urbana do município no ano de 1970	139
18.	Ubatuba/SP: mancha urbana do município no ano de 1990	141
19.	Ubatuba/SP: mancha urbana do município no ano de 2000	143
20.	Ubatuba/SP: mancha urbana do município no ano de 2007	147
21.	Ubatuba/SP: mancha urbana do município – 1960 a 2007	153
22.	Ubatuba/SP: mapa de uso e ocupação do solo urbano em 1:50.000 (FERREIRA et al, 2008)	155
23.	Ubatuba/SP: mapa de uso e ocupação do solo urbano em setores de encosta - 1:50.000 (FERREIRA et al, 2008)	157

FIGURAS

Nº	Título	Página
24.	Ubatuba/SP: área de risco muito alto a deslizamentos, com presença de assentamentos precários – Estufa II	161
25.	Ubatuba/SP: áreas de risco a deslizamentos e inundações (INSTITUTO GEOLÓGICO, 2006)	163
26.	Ubatuba/SP: mapa de perigo a escorregamentos no Perequê-Mirim (TOMINAGA, 2007)	165
27.	Ubatuba/SP: mapa de risco a escorregamentos no Perequê-Mirim (TOMINAGA, 2007)	166
28.	Litoral Norte/SP: número de ocorrências de movimentos de massa registradas por município entre 1989-2000 (TAVARES et al, 2004)	169
29.	Ubatuba/SP: variação rítmica diária combinada dos elementos do clima - novembro de 1966 a março de 1967 (CRUZ, 1974)	173
30.	Ubatuba/SP: análise rítmica de fevereiro de 1996 no posto Mato Dentro (ROSEGHINI, 2007)	191
31.	Ubatuba/SP: totais anuais de passagens frontais no período de 1988/2003 (BRIGATTI, 2008)	193
32.	Ubatuba/SP: totais mensais de passagens frontais no período de 1988/2003 (BRIGATTI, 2008)	194
33.	Ubatuba/SP: ritmo de variação mensal dos elementos climáticos e da TSM no período de 1996/2003 (BRIGATTI, 2008)	196
34.	Ubatuba/SP: distribuição anual dos deslizamentos de terra – 1989 a 2000	199
35.	Litoral Norte/SP: distribuição anual dos tipos de ocorrências causadas por chuvas intensas entre 1991 e 2000 (SILVA, 2003 apud ROSEGHINI, 2007)	200
36.	Ubatuba/SP: distribuição mensal dos deslizamentos de terra - 1989 a 2000	201
37.	Ubatuba/SP: distribuição espacial das ocorrências de deslizamentos de terra entre os anos de 1991 e 2000	202
38.	Ubatuba/SP: distribuição do número de ocorrências de deslizamentos de terra por chuva acumulada em 72 horas (Posto Ubatuba/E2-052)	205
39.	Ubatuba/SP: distribuição do número de ocorrências de deslizamentos de terra por chuva acumulada em 72 horas (Posto Picinguaba/E1-004)	206
40.	Ubatuba/SP: totais pluviais diários do mês de Fevereiro de 1996 – Posto Picinguaba (E1-004)	209
41.	Ubatuba/SP: totais pluviais diários do mês de Fevereiro de 1996 – Posto Ubatuba (E2-052)	210
42.	Ubatuba/SP: registros de ocorrências diárias de deslizamentos de terra no mês de Fevereiro de 1996	211
43.	Ubatuba/SP: ensaio ritmanalítico entre 1970 e 2000	219

TABELAS

Nº	Título	Página
1.	Ubatuba/SP: localização dos postos pluviométricos, estações meteorológicas, e o período das séries de dados utilizados	79
2.	Ubatuba/SP: variabilidade anual dos padrões pluviais	109
3.	Ubatuba/SP: variabilidade sazonal dos padrões pluviais	111
4.	Ubatuba/SP: variabilidade pluvial mensal e tempo de retorno de chuvas extremas	113
5.	Ubatuba/SP: síntese dos indicadores de pluviosidade	114
6.	Ubatuba/SP: síntese dos indicadores de pluviosidade máxima por período	115
7.	Ubatuba/SP: distribuição mensal da frequência absoluta dos totais pluviais ≥ 80 mm/dia	116
8.	Ubatuba/SP: frequência absoluta do mês com o maior número de dias com chuva	126
9.	Ubatuba/SP: frequência absoluta do mês mais chuvoso por década	127
10.	Ubatuba/SP: totais pluviais máximos absolutos do mês mais chuvoso	128
11.	Ubatuba/SP: totais pluviais máximos absolutos e frequência absoluta do trimestre mais chuvoso por década	129
12.	Ubatuba/SP: totais pluviais máximos absolutos e frequência absoluta do trimestre menos chuvoso por década	130
13.	Ubatuba/SP: totais pluviais máximos absolutos e frequência absoluta do semestre mais chuvoso por década	130
14.	Ubatuba/SP: totais pluviais máximos absolutos e frequência absoluta do semestre menos chuvoso por década	131
15.	Ubatuba/SP: evolução dos indicadores de crescimento populacional, da mancha urbana e dos domicílios ocupados e desocupados	136
16.	Litoral Paulista: participação dos sistemas atmosféricos (%), número de passagens da Frente Polar Atlântica e número de dias com chuva durante os verões de 1981 – ano de pluviosidade habitual e 1983 – ano chuvoso	182
17.	Ubatuba/SP: participação total e percentual de dias sob atuação dos sistemas atmosféricos no ano de 1997 e durante o verão (BRIGATTI, 2008)	194
18.	Ubatuba/SP: distribuição das ocorrências de deslizamentos de terra e os indicadores de pluviosidade em Fevereiro de 1996	208
19.	Ubatuba/SP: parâmetros mensais dos totais pluviais potencialmente deflagradores de deslizamentos de terra	216

FOTOS

Nº	Título	Página
1.	Serra do Mar/SP: vista geral do relevo de escarpas em patamares descendentes a partir da escarpa frontal	89
2.	Ubatuba/SP: área de risco elevado a deslizamentos de terra	161
3.	Ubatuba/SP: exemplo de área de risco elevado com assentamentos precários	167
4.	Ubatuba/SP: exemplo de área de risco elevado com assentamentos precários	167

Imagem da capa e rótulo do CD: extraída de Ar, tela de Cândido Portinari (1945), do acervo do Palácio Gustavo Capanema, Rio de Janeiro/RJ.

PRÓLOGO

*Saiba que ainda estão rolando os dados
Porque o tempo, o tempo não pára*
Cazuza (1988)

A realização desta tese advém de uma trajetória dedicada à Geografia que começou há mais de 20 anos, desde meu ingresso no curso de licenciatura e bacharelado em Geografia, na FCT/UNESP – Presidente Prudente/SP, em 1987, e se estende à atualidade, me dedicando a carreira de pesquisador científico no Instituto Geológico – Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo.

No decorrer desse período, estive cada vez mais convicto em conceber a Geografia enquanto ciência como aquela que busca tratar de questões ou fenômenos que advém da inter-relação entre os campos da natureza e da sociedade, estes em permanente interação e mutação.

A concepção de Geografia Física – Humana integrada se reflete na própria abordagem adotada nesta pesquisa, considerada eminentemente geográfica e intrinsecamente socioambiental. Por isso, investigá-la sob um prisma de integração na análise de dimensões aparentemente tão distintas nas concepções teóricas, metodológicas e mesmo em suas dinâmicas, representou o maior desafio e também a grande motivação para desenvolver o projeto.

A Climatologia foi o ramo da Geografia que me despertou grande interesse desde o início da graduação, se tornando a área de maior dedicação aos estudos a partir da oportunidade de bolsa de iniciação científica do CNPq orientada pelo professor João Afonso Zavattini. O estágio desenvolvido ofereceu grande aprendizado e me apresentou, pela primeira vez, a análise rítmica para os estudos do clima, a partir da leitura e discussão dos trabalhos do professor Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro.

Com isso, prosseguir no aperfeiçoamento do conhecimento na área da Climatologia Geográfica foi algo que ocorreu naturalmente, e se fortaleceu com a chegada do professor João Lima Sant'Anna Neto ao campus da FCT/UNESP, que trouxe entusiasmo e muitas idéias para desenvolver projetos. Assim, estudos propostos e conduzidos sob sua orientação representaram meus primeiros trabalhos apresentados em congresso, e que, posteriormente, convergiram na elaboração da monografia de bacharelado.

Durante este último ano de graduação, como aluno especial na pós-graduação da FCT/UNESP, cursei uma interessante disciplina sobre clima urbano, oferecida pelo professor José Roberto Tarifa, que determinou meu ingresso no mestrado no ano seguinte, sob sua orientação, junto ao Programa de Pós-graduação em Geografia Física da FFLCH/USP.

O contato direto com a pesquisa climatológica, ainda na graduação, foi fundamental para prosseguir essa trajetória que culminou em minha atuação profissional na área.

No segundo ano do mestrado, em 1993, iniciei meu trabalho como pesquisador científico na área de climatologia, vinculado ao setor de Geografia do Instituto Geológico, da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Desde esse período, e cada vez mais na atualidade, a problemática de maior demanda em pesquisa e ações na instituição é aquela relacionada aos desastres naturais, sobretudo, aos deslizamentos de terra/rocha, que necessariamente integram as áreas de geologia e climatologia. Com isso, aquele anseio por uma pesquisa geográfica integrada, que pudesse interagir com outras especialidades das geociências, promovendo a interdisciplinaridade, começou a surtir os primeiros resultados. No entanto, a busca por um tratamento mais abrangente na abordagem da questão ainda se fazia necessário.

Esse breve retrospecto revela que grande parte do meu interesse pela climatologia se deu graças a excelência dos professores que tive a sorte de ser aluno e orientado, assim como agora, com o professor Francisco Mendonça. Naquele início dos anos 90, não imaginava que mais tarde, não por acaso, todos eles fundariam formalmente a Climatologia Geográfica enquanto associação nacional técnico-científica e profissional – ABClima, vindo a fortalecer a área com conagraçamentos, publicações e outras atividades.

Após quase uma década desde a conclusão do mestrado, período este dedicado a atividade profissional de pesquisador, encontro na UFPR a oportunidade de aprofundar os estudos com o doutorado. Em grande parte fui motivado pela possibilidade em dar um tratamento diferente para a questão do clima e risco, com a abordagem socioambiental e a ritmanálise, que considero uma nova e desafiadora perspectiva de análise da realidade, dessa problemática que se apresenta na atualidade e que consiste o objeto desta tese.

INTRODUÇÃO

*Benditas coisas que eu não sei
Os lugares onde não fui, os gostos que não provei
Meus verdes ainda não maduros, os espaços que ainda procuro
Os amores que eu nunca encontrei
Benditas coisas que não sejam benditas*
Mart'nália & Zélia Duncan (2005)

O extenso litoral brasileiro é marcado por belas paisagens e expressiva riqueza natural, assim como por espaços de concentração urbano-industrial, onde parcela expressiva da população desenvolve atividades ligadas ao turismo. A região sudeste do país é aquela que registra os maiores impactos das atividades humanas sobre a natureza. O quadro natural foi, ali, fortemente alterado por processos sociais diversos e resultou em ambientes intensamente degradados, nos quais se ressaltam a poluição do ar, do solo e das águas continentais e oceânicas. Conjugadas a episódios de chuvas prolongadas ou concentradas, deflagram erosão, assoreamento de canais e aqueles mais severos, como as inundações e os deslizamentos de terra/rocha, responsáveis por grandes perdas econômicas e que muitas vezes resultam em graves e irreparáveis consequências, quando há vítimas fatais.

A área escolhida para a investigação é o município de Ubatuba/SP, situado na porção mais setentrional do litoral paulista, na altura do Trópico de Capricórnio. A expansão urbana recente se dá principalmente em função do turismo às praias, e se estende pela estreita faixa da planície costeira entre o mar e o sopé e esporões da Serra do Mar, ocupando áreas naturalmente suscetíveis à ocorrência de desastres naturais do tipo deslizamentos de terra. Possui clima tropical úmido, com elevada pluviosidade anual e mensal, variabilidade interanual e recorrência de episódios de chuvas intensas, o que favorece ainda mais as condições de instabilidade dessas áreas.

Os desastres estão mais frequentes, as chuvas estão mais intensas e/ou as repercussões na superfície são mais sentidas na atualidade? Tais fatos são resultado da intensificação do uso e ocupação humana e/ou das variações do clima?

O fato é que, no século XXI, parte da humanidade já testemunhou uma série de eventos catastróficos de enormes proporções. Os desastres naturais nem sempre estão diretamente associados ao clima, como tsunamis e terremotos, mas furacões, inundações e deslizamentos de terra provocam milhares de mortes ao redor do mundo na atualidade.

Apenas no ano de 2006 foram 21 mil mortes associadas a esses fenômenos, e em fevereiro, nas Filipinas, foram 1112 vítimas fatais de deslizamentos de encostas (ONU, 2006). Para Corlavan, da OMS, as mudanças climáticas se tornaram uma questão de saúde pública, pois que o grande problema, as chuvas fortes, as inundações e os furacões causam grandes impactos na saúde. Lautenbacher estima que 25% das mortes no planeta são causadas por fenômenos da natureza, e estima-se que ocorreram aproximadamente 600 mil mortes no mundo todo, na década de 90, como resultados dos desastres naturais. Os efeitos imediatos da destruição repercutem posteriormente no aumento da incidência de vetores da malária e da dengue, além de outras doenças (FAPESP, 2006).

No Brasil, os desastres mais recorrentes e que afetam um maior número de vítimas são as inundações e os deslizamentos de terra. Destacam-se algumas tragédias recentes, como as inundações em Santa Catarina em 2008 e os deslizamentos em Angra dos Reis e Niterói no Estado do Rio de Janeiro no último verão, que resultaram em perdas de muitas vidas e inúmeros desabrigados.

Diante do panorama apresentado, cabe considerar que os impactos dos desastres do tipo deslizamento de terra vão além da destruição imediata, com o desabamento de moradias e/ou com aquelas consequências mais trágicas, quando há perdas de vidas. Os níveis de degradação podem se intensificar quando as áreas não são monitoradas, recuperadas ou mesmo remediadas pelo poder público, responsável, neste contexto, por promover o agravamento das condições impostas de pobreza e miséria de significativa parcela da população, que está exposta ao perigo de deslizamentos de terra e não tem consciência do risco ao qual está submetida.

Na década de 1990 em Ubatuba/SP foram registradas 69 ocorrências de deslizamentos de terra e outros processos geodinâmicos de movimentos gravitacionais de massa, que resultaram em sete vítimas fatais e significativos danos econômicos. Trata-se do município com o maior número de ocorrências de desastres relacionados aos movimentos gravitacionais de massa, sobretudo os deslizamentos de terra, e aquele onde são registrados os totais pluviométricos mais elevados da porção norte do litoral paulista (TAVARES et al, 2004).

Apesar de a chuva ser considerada o elemento deflagrador dos processos de deslizamentos de terra, pois provoca a saturação do solo pela infiltração das águas e causa impacto meteórico, não lhe deve ser reputada a responsabilidade pelo desastre. Existem outros condicionantes naturais e dinâmicos da superfície terrestre, como a forma e declividade do relevo, a estrutura geológica, se há presença de solos rasos, rocha alterada ou exposta e matacões. Por outro lado, há também a interferência de fatores de ordem social, relacionados à urbanização e ao crescimento populacional ocorrido ao longo do tempo, que podem induzir e/ou potencializar o desastre. Esses fatores referem-se às práticas inadequadas promovidas pela população, tais como: realização de cortes no terreno; presença de aterros mal executados e

fossas mal construídas; lançamento inadequado de águas servidas e de lixo; existência de vazamentos de água das tubulações que captam e transportam essas águas; além de sistemas de drenagem de águas pluviais e fluviais precários.

Neste sentido, os deslizamentos de terra apontam derivar da combinação de vários fatores, situações e condicionantes dinâmicos próprios da natureza e da sociedade, que imbricados, indicam produzir o crescente número de ocorrências e tragédias na atualidade.

O tema requer, portanto, uma abordagem que propicie a integração na análise de campos aparentemente tão distintos nas leis que os regem, mas que são coexistentes e compõem um complexo jogo de relações de causa e efeito, naturais e/ou sociais, que resultam no surgimento do problema.

As imbricações entre os campos da natureza e sociedade são então analisadas na perspectiva de identificar a formação de risco e vulnerabilidade aos deslizamentos de terra em Ubatuba/SP, configurando-se a problemática em questão, empiricamente socioambiental e intrinsecamente geográfica. Sob essa perspectiva, os problemas ambientais são, em última instância, problemas sociais, uma vez que os deslizamentos de terra geram transtornos à população.

O desafio da abordagem integrada vislumbra a possibilidade de oferecer contribuições da geografia e da climatologia às análises e mapeamentos de áreas de risco, à cartografia geotécnica, à elaboração de políticas públicas e ao apoio às ações preventivas da Defesa Civil, dentre outras. São trabalhos e atividades de grande relevância social e ambiental, que podem incorporar informações dinâmicas dos elementos do clima, variáveis no tempo-espço, com o intuito de promover o aperfeiçoamento técnico na temática e a aplicação nas áreas necessárias onde ocorrem os deslizamentos de terra.

A tese utiliza, assim, o arcabouço teórico-conceitual da ritmanálise e do conhecimento dos ritmos, para investigar a associação entre variáveis climáticas e sociais frente à hipótese de interferência de uma sobre a outra na formação do desastre. Com isso, pode-se atribuir a causa do desastre ao clima e aos fatores de ordem natural e/ou à ação humana.

A análise dos ritmos do clima, sobretudo, da chuva, e dos ritmos da urbanização, expressos na expansão urbana e crescimento populacional, propõe revelar como e quando pode haver igualdade (isorritmia), diversidade (polirritmia), harmonia (eurritmia) entre os ritmos e as arritmias.

A identificação dos ritmos pode indicar a formação, o desenvolvimento e o agravamento das situações de riscos socioambientais aos deslizamentos de terra.

Deste modo, a tese é apresentada no próximo tópico enquanto problemática e hipóteses para, em seguida, ter seu conteúdo organizado e distribuído em três partes, que representam os conjuntos de capítulos assim definidos e brevemente descritos:

Parte I. Teoria e Método

Apresentação das concepções e categorias de análise dos ritmos climáticos e sociais;

Discussão sobre a abordagem geográfica socioambiental adotada, bem como das concepções teóricas de risco e vulnerabilidade existentes;

A primeira parte é finalizada com um capítulo que apresenta os materiais e a metodologia da pesquisa.

Parte II. Empiria e Análise

Aplicação das teorias e metodologia propostas;

Apresentação de uma caracterização geral das dinâmicas da natureza e da sociedade em Ubatuba/SP;

Identificação e análise dos ritmos da urbanização e dos ritmos climáticos expressos pela chuva;

Análise Integrada dos tópicos anteriores na perspectiva de evidenciar as imbricações entre os ritmos na formação de risco e vulnerabilidade socioambientais.

Parte III. Conclusões e Considerações Finais.

PROBLEMÁTICA E HIPÓTESES

*Mais vale aceitar o mito dos deuses
Do que ser escravo do destino dos naturalistas*
Epicuro (341-270 a.C.)

A idéia expressa nas palavras de Epicuro (2002) permanece atual na medida em que ainda vemos abordagens deterministas e fatalistas acerca do mundo da natureza e do Homem, que não dispõe de uma teoria universal capaz de explicar tudo, e tão pouco de leis suficientes que expliquem todos os fenômenos desse mundo complexo e dinâmico. Mesmo assim, o determinismo e o fatalismo se manifestam quando se atribui, de maneira indiscriminada, à causa natural um fato que pode ser decorrente das práticas sociais. Como exemplo, quando se diz que o deslizamento de terra ocorreu porque choveu muito, que revela um discurso adotado como fuga de responsabilidade pelo fato, sendo assim considerada uma *obra da natureza*. Da mesma forma, o contrário também se aplica, quando se afirma que o aquecimento global resulta da ação humana, uma visão que, além de pretensiosa, é deliberadamente fatalista.

Por outro lado, não é o caso de defender aqui a aceitação de mitos. Embora a filosofia grega acreditasse na existência dos deuses para alcançar a felicidade, em sua descrição do átomo, preservou a vontade humana e a liberdade individual, incluindo em seu sistema a sociedade e a consciência moral, questionando assim o determinismo e o fatalismo.

Da mesma forma, esta tese busca desenvolver uma abordagem questionadora do determinismo fácil que inclui a sociedade numa análise que geralmente a reduz a vítima, assim tratada em boa parte dos estudos sobre deslizamentos de terra e outros processos de movimentos gravitacionais de massa; tais processos são considerados

Desastres Naturais, e suas ocorrências revestem a problemática tratada nesta tese.

Em geral, os estudos sobre os deslizamentos de terra, bem como os mapeamentos de áreas de risco, adotam uma perspectiva conservadora na abordagem, em que o clima é tratado como um parâmetro estático e médio na análise, assumindo um papel secundário frente a outros aspectos do meio físico.

Todavia, entende-se que os processos tratados envolvem uma gama considerável de elementos e fatores, com interações múltiplas e variadas, e que não devem ser, portanto, tratados na perspectiva determinística e fatalista. Referem-se a processos diretamente associados ao clima, uma vez que são deflagrados pela chuva. No entanto, conforme já apontado anteriormente, esses desastres parecem derivar da combinação de fatores, situações e condicionantes naturais e sociais, premissa que conduz a análise proposta na presente pesquisa.

O tema requer, deste modo, uma abordagem integradora na análise dos campos na natureza e sociedade que, imbricados, geram o problema em questão – os riscos que a população está exposta frente aos desastres naturais do tipo deslizamentos de terra.

A tese encontra na análise e no conhecimento dos ritmos a possibilidade de uma abordagem em uma perspectiva de composição e interação de variáveis, a partir das Teorias do Ritmo, com a Análise Rítmica em Climatologia (MONTEIRO, 1971) e com a Ritmanálise (LEFEBVRE, 1992), desenvolvida no campo humanístico e social.

Aliada a ritmanálise, a pesquisa se define como pertencente à ciência geográfica, elaborada sob a perspectiva socioambiental (MENDONÇA, 2001), que ressalta a análise da imbricada relação entre a dinâmica da natureza e os processos sociais envolvidos em sua apropriação e alteração.

O arcabouço teórico-conceitual da ritmanálise é utilizado para investigar a associação entre as variáveis climáticas e sociais expressos em seus ritmos, frente à hipótese de uma relação de interferência de um sobre o outro na causa do desastre, na exposição ao perigo, na formação do risco e da vulnerabilidade socioambientais.

Uma vez partindo da hipótese de causa e efeito nos processos que geram o problema em questão, parte-se também da premissa de que pode haver algum mecanismo que medeia esse efeito. Com isso, se propõe identificar quando o deslizamento de terra decorre das chuvas e dos ritmos do clima e/ou dos ritmos da urbanização.

A abordagem rítmica dada às análises climáticas, aos processos sociais representados pela urbanização, e a formação de riscos socioambientais a desastres do tipo deslizamentos de terra é aplicada a cidade balneária de Ubatuba/SP, localizada no litoral norte do Estado de São Paulo, entre o mar e o sopé e esporões da Serra do Mar. Sendo áreas naturalmente suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de terra, sob clima tropical úmido, com predominância de chuvas o ano todo e que são intensificadas no verão, favorecem ainda mais suas condições de instabilidade.

A porção mais setentrional do litoral paulista foi escolhida a área de estudo, não somente por acumular séries de dados climáticos e informações em trabalhos e mapeamentos existentes, mas também por ser o município da porção litorânea norte paulista que registrou o maior número de deslizamentos de terra na década de 1990. No entanto, apesar das diferenças na distribuição das chuvas, situações semelhantes de risco são encontradas nos demais municípios do litoral norte e parte da Baixada Santista, onde a Serra do Mar se estende de forma contínua, alinhada e próxima à costa.

Algumas constatações são consideradas, como o fato de que, de maneira geral, está havendo um aumento do número de ocorrências de deslizamentos de terra na atualidade, assim como da população e da ocupação territorial.

A relação direta de causa-efeito na abordagem do processo constitui uma perspectiva que a tese visa evidenciar a partir da análise das imbricações dos diferentes ritmos que compõem a problemática aqui tratada.

Da mesma maneira, objetiva-se responder se o aumento na ocorrência de eventos catastróficos está associado à maior concentração da população em áreas consideradas de risco.

Os registros existentes indicam quem é afetado e onde, bem como quando o fenômeno ocorreu, em quais circunstâncias rítmicas da urbanização naquele tempo cronológico. A proposta é confrontá-los com as circunstâncias climáticas expressas pelos ritmos da chuva.

Assim, cabe considerar outra premissa, de que o clima é e sempre foi variável. Portanto, a possibilidade de detectar diferentes graus de variação nos padrões de distribuição de chuva no decorrer também deve ser investigada como possível causa do fenômeno.

Ressalta-se que de forma alguma a análise foi desenvolvida sob o paradigma do fatalismo e do catastrofismo, não havendo aqui interesse em discutir sobre as causas do aquecimento global e das mudanças climáticas. A premissa parte da aceitação de que as mudanças existem, sempre existiram e nos cabe identificá-las a partir daquilo que os dados oferecem, mesmo que demonstrem somente variabilidades.

Deste modo, o que importa é tratar do ritmo climático e de suas repercussões nos espaços ocupados pela população, buscando indícios que subsidiem a análise, como exemplo, respondendo se os eventos pluviais intensos estão mais frequentes na atualidade.

O período de 1971 a 1999 é priorizado na análise das imbricações entre os ritmos do clima e os ritmos da urbanização na formação de risco e vulnerabilidade socioambientais a deslizamentos de terra em Ubatuba/SP.

Portanto, a tese visa investigar as hipóteses seguintes.

Os ritmos do clima de Ubatuba/SP, caracterizado pela intensificação da variabilidade climática, dos eventos extremos e da pluviosidade, provocam o aumento das ocorrências dos deslizamentos de terra no município; neste caso, os ritmos do clima predominam como principal causa dos desastres.

Os ritmos da urbanização de Ubatuba/SP, com o aumento populacional e de expansão urbana, promovem a ocupação de áreas naturalmente suscetíveis aos deslizamentos de terra, aumentando o número dessas ocorrências e de pessoas expostas a esse perigo em áreas de risco; aqui, o ritmo social prevalece como causa do fenômeno.

As imbricações entre os ritmos do clima e os ritmos da urbanização de Ubatuba/SP produzem arritmias, perturbações entre os ritmos, manifestadas no decorrer do período pela combinação de determinados desvios extremos e excepcionalidades climáticas quando repercutem sob certas condições e situações de uso e ocupação do solo urbano com elevado grau de vulnerabilidade; a verdadeira causa da ocorrência de deslizamentos de terra e da formação do risco a esses processos no município.

PARTE I. TEORIA E MÉTODO



Ar – óleo/tela, Candido Portinari (1945)
Palácio Gustavo Capanema – Rio de Janeiro/BR

I. 1. O RITMO: CONCEPÇÕES E CATEGORIAS DE ANÁLISE

*É necessário, para apreender os ritmos, um pouco de tempo,
uma espécie de meditação sobre o tempo, a cidade, as pessoas*

Henri Lefebvre (1992)

As teorias relacionadas à abordagem dos ritmos da natureza e da sociedade adotadas na pesquisa, elaboradas por Monteiro (1971) sobre a análise rítmica em climatologia, e por Lefebvre (1992) sobre a ritmanálise para a perspectiva da sociedade, convergem na idéia de ritmo enquanto forma de análise e entendimento de processos dinâmicos, no presente caso envolvem o clima e a sociedade.

Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro foi quem na década de 1960 iniciou uma verdadeira escola de climatologia geográfica no país, oferecendo um legado de contribuições (MONTEIRO, 1963; 1969; 1973; 1976; 1991; para citar alguns) e a introdução do conceito de ritmo e da análise rítmica em climatologia (MONTEIRO, 1969; 1971). Essa concepção dinâmica partiu da definição de clima proposta por Sorre (1951), entendido como a série dos estados atmosféricos acima de um lugar em sua sucessão habitual. Assim, os trabalhos ofereceram um contrapondo a abordagem tradicional até então empregada nos estudos do clima, marcando o que pode ser considerado o surgimento da climatologia dinâmica.

No entanto, a mudança paradigmática da abordagem sistemática e estática da meteorologia para a climatologia dinâmica se deu entre as décadas de 1930 e 1940 com a inauguração da escola escandinava e de Chicago, que lançaram as bases para a construção da análise rítmica do clima.

Antes desse período, descobertas importantes foram fundamentais para viabilizar uma análise rítmica do clima, conforme descreve Sant'Anna Neto (2001), autor de expressiva produção e

contribuição à climatologia brasileira. Para o autor, o grande salto paradigmático que possibilitou o desenvolvimento da Meteorologia Sinótica e, por consequência, da Climatologia Dinâmica, ocorreu quando o norueguês Vilhelm Bjerknes, entre os anos de 1897 e 1902, em Estocolmo, Suécia, iniciou a aplicação dos conceitos hidrodinâmicos na construção das cartas sinóticas. Depois de uma rápida passagem por Leipzig, Alemanha, entre 1913 e 1917, quando implantou a primeira escola de Meteorologia de que se tem notícia, Bjerknes estabeleceu-se em Bergen, a Noruega, onde produziu as mais importantes descobertas no campo da Meteorologia sinótica e dinâmica. Em associação com um grupo de cientistas, físicos, oceanógrafos, engenheiros e meteorologistas, que mais tarde ficariam conhecidos como o grupo de Bergen – a Escola de Bergen – estabeleceram as bases físicas conceituais deste novo paradigma. Entre 1917 e 1929, junto com Solberg, Bergeron, Rossby e outros, Bjerknes concentrou seus estudos sobre as zonas de fronteira entre as massas de ar – frias e quentes – elaborando os conceitos das frentes quentes (1918), oclusas (1919) e a teoria da frente polar (1922), convencido que estava sobre o papel determinante das perturbações frontais e dos anticiclones migratórios na produção dos tipos de tempo. Concepções estas, que marcariam profundamente a Meteorologia moderna (SANT’ANNA NETO, 2001).

Segundo o autor, ao contrário da Escola de Bergen, a Escola de Chicago focalizava suas atenções para o movimento do ar, de onde se obtinham os índices de pressão representados pelas cartas barométricas. Esta dimensão espacial – e mais geográfica – possibilitou o desenvolvimento de um modelo global de circulação, que segundo Burroughs (1998), definiria a gênese dos climas regionais. Rossby e seus associados, na Universidade de Chicago, desenvolveram as técnicas de previsão do tempo que incorporavam as teorias das frentes e os conceitos elaborados pelo alemão Hesselberg, em 1932, que

caracterizava as condições sobre as quais as equações hidrodinâmicas do movimento definiam os instantes do tempo para aplicá-las em termos de *estados da atmosfera* (Stringer, 1972). Na década de 30 do século XX, Rossby definiria os “jet streams” e propunha um modelo de conexões entre os movimentos do ar na baixa troposfera com os da estratosfera, que seriam fundamentais para a compreensão do complexo jogo de interações entre as circulações geral e secundária, que aliadas às cartas isobáricas de superfície resultariam num enorme avanço no grau de confiabilidade da previsão do tempo. O fato é que tanto Bjerknes quanto Rossby desenvolveram as bases conceituais e as aplicações concretas dos mecanismos físicos que possibilitaram o surgimento da Meteorologia Sinótica, que acabou por determinar uma mudança paradigmática na Climatologia, através da incorporação dos atributos dinâmicos (SANT’ANNA NETO, Op. Cit.).

No Brasil, a *Análise Rítmica em Climatologia - problemas da atualidade climática e achegas para um programa de trabalho* (MONTEIRO, 1971) foi responsável por lançar um novo paradigma ao estudo do clima a partir da análise do ritmo. Considerando-se o clima como um fenômeno geográfico, a análise rítmica climatológica contrapõe-se a concepção abstrata e irreal do clima como um estado médio da atmosfera, buscando investigar o mecanismo sequencial dos diferentes tipos de tempo e explicar o principal fato proposto pela teoria: o ritmo climático atual, ou seja, o clima na atualidade.

O autor destaca que o tratamento da dinâmica atmosférica inicialmente contou com os subsídios da meteorologia feita entre os anos de 1940 e 1970 por Serra, Ratisbona, Setzer e Schroder (MONTEIRO, Op. Cit.).

No entanto, a proposição da análise rítmica por Monteiro parte de duas obras produzidas anteriormente por ele, que deram sustentação à elaboração da teoria e à abordagem rítmica ao clima. Em

1964, porém divulgada posteriormente, o estudo em formato de atlas sobre a dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo (MONTEIRO, 1973), que traz uma inovadora proposta de classificação climática que ainda permanece como uma das principais referências sobre os climas paulistas na atualidade. Essa tipologia, representada pela configuração espacial dos climas regionais do Estado, considera a participação dos sistemas atmosféricos e a gênese das chuvas na identificação das chamadas feições climáticas.

A outra obra do autor que contribuiu para a elaboração da teoria da análise rítmica foi sua tese de doutorado (MONTEIRO, 1969), sobre a frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil.

Alguns aspectos relacionados à teoria rítmica aplicada ao clima desenvolvida por Monteiro (1971) são então retomados pelo autor vinte anos depois (MONTEIRO, 1991), quando conduziu uma ampla discussão sobre a excepcionalidade do clima por meio de diversas citações de produções científicas e literárias relacionadas ao tema.

Sobre a análise rítmica, o autor cita que as peculiares irregularidades e os extremos do clima são destacados, que longe de serem exceções, se constituem em eventos de imensa importância aos processos de interação geográfica, uma vez que são esses que repercutem mais sensivelmente nas atividades humanas; a análise temporal da série histórica de dados é feita pela escolha de *anos-padrão* que representam os diferentes graus de proximidade ao ritmo habitual, bem como daqueles afetados por irregularidades na circulação atmosférica decorrente de diferentes distorções geradas pelas variações e desvios do ritmo climático, consideradas extremos climáticos, que promovem desastres e impactos no território. Uma primeira aproximação válida para o conceito de ritmo climático seria aquela das variações anuais percebidas através das variações mensais dos

elementos climáticos, ponto de partida da presente tese aplicada ao fenômeno pluvial.

Conforme descreve o autor, a análise rítmica em climatologia apresenta-se aos geógrafos brasileiros do presente e do futuro imediato, como uma necessidade. Duas razões, igualmente importantes, assim a exigem. A primeira delas é uma questão de obediência metodológica. Num momento em que o geógrafo é considerado *historiador do presente* e a geografia solenemente proclamada mais *ciência humana* do que *ciência da terra* é necessário comprovar a sua unidade e esclarecer que os grandes progressos reclamados no domínio social o são, e com muito mais razão, no domínio natural. A situação atual é nossa preocupação e sua descrição geográfica é perfeitamente válida nos termos em que a colocamos. Se os fatos humanos são dotados de maior mobilidade na escala do tempo do que aqueles do domínio natural, não devemos nos esquecer de que, dentre estes, os fatos relativos à atmosfera têm mobilidade especial. Embora a variação das situações climáticas na escala dos tempos geológicos seja lenta, as situações climáticas geográficas atuais são essencialmente dinâmicas e mutáveis (MONTEIRO, 1969).

O autor reafirma a necessidade de considerar a questão da gênese e da dinâmica climática (MONTEIRO, 1991), como o único compromisso compatível com o caráter científico da ciência geográfica, pois permite a explicação dos fenômenos com influência direta sobre o território e suas repercussões na organização do espaço.

A análise rítmica consiste na representação gráfica combinada e concomitante dos vários elementos atmosféricos (pluviosidade, temperatura, umidade, direção e intensidade dos ventos, pressão atmosférica, nebulosidade) numa escala temporal pelo menos diária, e na análise de cartas sinóticas de superfície e imagens de satélite. Esta técnica busca identificar os sistemas atmosféricos atuantes sobre

determinado ponto, bem como seu encadeamento e comportamento, na busca de entendimento qualitativo dos processos responsáveis por episódios extremos.

A análise rítmica é adotada por outros autores e tem prosseguimento na climatologia com diversas contribuições. Para citar algumas: Tarifa (1972, 1973 e 1975), que aprimora a análise dos mecanismos atmosféricos na explicação da ocorrência de diferentes graus de intensidade das chuvas, fornecendo subsídios quantitativos que aperfeiçoaram as definições dos diferentes tipos de tempo; Conti (1975) que analisa os climas e o efeito orográfico na porção leste paulista, composta pelas Serras da Mantiqueira, do Mar e o Vale do Rio Paraíba do Sul; e Sant'Anna Neto (1990), que estuda o litoral paulista e detalha a configuração dos climas regionais a partir da dinâmica atmosférica e as chuvas por meio da análise rítmica, referência indispensável para qualquer trabalho sobre a climatologia da Zona Costeira Paulista.

No entanto, após a publicação da *Teoria e Clima Urbano* (MONTEIRO, 1976), os estudos em escala local e urbana predominam na produção climatológica brasileira nos anos de 1980 e 1990, quando também se diversificam sob diferentes abordagens. A análise rítmica é reproduzida de maneira clássica ou são realizadas análises episódicas e sinóticas de eventos, que dependendo da concepção e enfoque adotado, também representam ritmos climáticos.

A partir do levantamento e análise das teses e dissertações em climatologia geográfica dos programas de pós-graduação da USP e UNESP entre 1971-2000, Zavattini (2004) considera expressiva a evolução do pensamento geográfico sobre os climas no Brasil. No entanto, constata que a aplicação do conceito fundamental de clima – o ritmo – que remonta a Sorre, passa por Pédelaborde, alcança Monteiro e, conseqüentemente, seus seguidores, ainda é muito acanhada. O autor

revela também que desconhece o uso do paradigma da análise rítmica em outros países.

Na geografia brasileira a aplicação da perspectiva rítmica tem destaque nos trabalhos elaborados na climatologia, todavia, a análise do ritmo também pode ser aplicada à abordagem sobre a sociedade.

A obra *Éléments de rythmanalyse – Introduction à la connaissance des rythmes*, de Henri Lefebvre (1901-1991), marca a última produção do filósofo francês, considerado o mais prolífero intelectual marxista, que dedicou sua vida ao pensamento filosófico, a crítica literária e a militância política. O projeto ritmanalítico foi lançado após uma longa trajetória de valiosa contribuição ao debate de idéias com a publicação de obras como o Materialismo Dialético (1939), a trilogia Crítica da Vida Cotidiana (1947, 1961 e 1981), O Direito à Cidade (1968) e A Revolução Urbana (1970), dentre outras.

Lefebvre (1992) considera a análise dos ritmos mais que uma teoria, um novo domínio do saber, porém, sem se constituir uma ciência separada. O autor sugere que o estudo do ritmo (dos ritmos) pode ser realizado com a adoção de conceitos e categorias definidas, partindo conscientemente do abstrato para entender o concreto.

Segundo o autor, todos os que empregam a palavra ritmo crêem dominar e possuir o seu conteúdo, o seu sentido. Ou, os sentidos do termo continuam obscuros. Confunde-se facilmente ritmo com movimento, velocidade, encadeamento dos gestos ou dos objetos (máquinas, por exemplo). Tende-se, portanto, a atribuir aos ritmos um andamento *mecânico*, pondo de lado o aspecto *orgânico* dos movimentos ritmados. Os músicos que lidam diretamente com os ritmos, pois eles ocorrem, muitas vezes reduzindo-os a contagens de medidas: <Um-dois-três-um-dois-três>. Os historiadores e os economistas falam de ritmos: da rapidez ou lentidão dos períodos, das

épocas, dos ciclos; eles tendem a não ver mais que os efeitos de leis impessoais, sem conexões coerentes com os atores, as idéias, as realidades. Aquele que ensina a ginástica não vê mais nos ritmos que a sucessão de gestos pondo em movimento tais e tais músculos, tal ou tal energia fisiológica, etc. (LEFEBVRE, 1992).

Conforme expõe o autor, no domínio do ritmo, certos conceitos muito vastos têm, contudo, uma especificidade: citam imediatamente a *repetição*. Não existe ritmo sem repetição no tempo e no espaço, sem reprises, sem retornos, resumidamente, sem cadências. Mas não há repetição absoluta, que a identifique, indefinidamente. Onde a relação entre a repetição e a diferença, que trata do cotidiano, dos ritos, das cerimônias e das festas, das regras e das leis, há sempre o imprevisto, do novo que se introduz no repetitivo: a *diferença*. Para tomar um caso muito notável: a repetição de uma unidade ($1 + 1 + 1...$); ela não somente gera uma infinidade de números inteiros, mas também a infinidade de números primeiros (sem divisão) da qual se sabe desde os Gregos que eles têm propriedades específicas. É necessário descobrir os suportes (diversos indubitavelmente) do repetitivo e do diferencial; e dizer que esses suportes sendo incluídos no conceito, há, portanto que reencontrá-lo e reconhecê-lo nos ritmos reais (LEFEBVRE, Op. Cit.).

A repetição absoluta é apenas uma ficção, no pensamento lógico e matemático, sob a figura da identidade; $A = A$ (o sinal se lê “idêntico” e não “igual”). Ela serve de partida ao pensamento lógico, com correções imediatas. O segundo A difere do primeiro, pelo fato que ele é o segundo. A repetição da unidade, o um (1), gera a sequência dos números. Nesta sequência aparecem imediatamente diferenças: o par e o ímpar (2, 3, 4, 5, etc.), o número divisível (4, etc.) e o indivisível ou primeiro (5, 7, 11, etc.). Não somente a repetição não exclui as diferenças, mas ela as gera; ela as *produz*. Ela encontra cedo ou tarde o *acontecimento* que vem, ou antes, de ocorrer em relação à sequência ou

série produzida repetitivamente. Em outros termos: a *diferença*. Esta produção do diferente pelo idêntico (repetido) não produziria até aqui uma insuficiência teórica? Ela não permite uma fórmula (afirmação) de grande porte, a seguinte: <As diferenças induzidas ou produzidas pelas repetições, constituem a trama do tempo>? (LEFEBVRE, Op.Cit.).

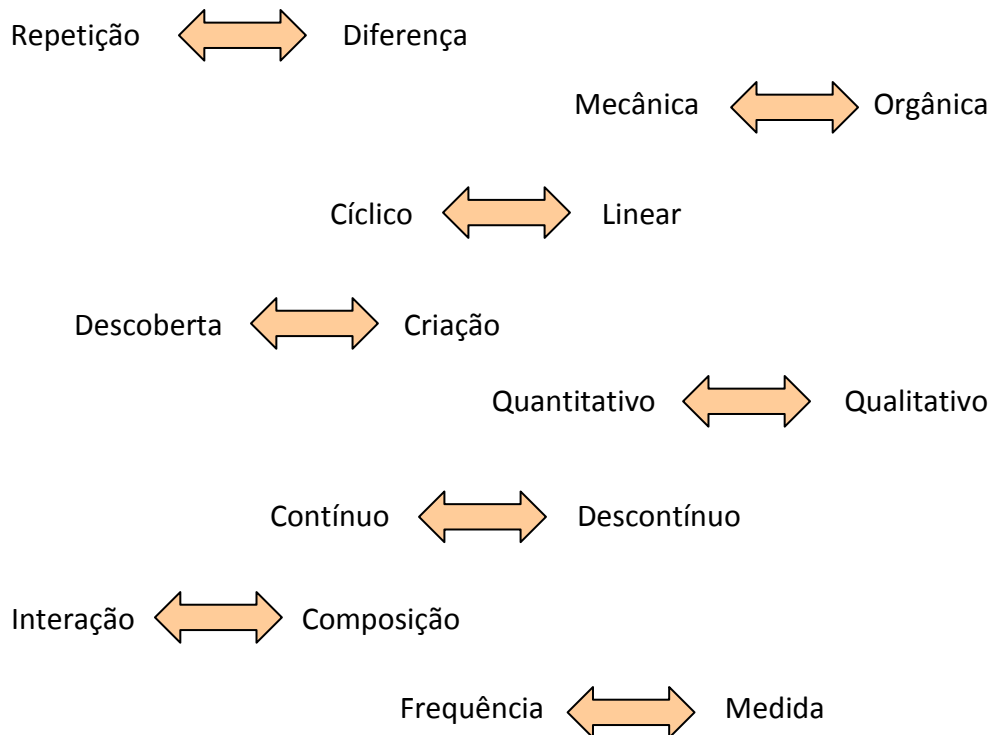
A repetição cíclica e o repetitivo linear se dissociam da análise, mas na *realidade* a interferem constantemente. O cíclico provém do cosmos, da natureza: dias, noites, estações, ondas do mar e marés, ciclos mensais, etc. O linear viria antes da prática social, por conseguinte da atividade humana: monotonia de ações e de gestos, quadros impostos. Os grandes ritmos cíclicos têm um período e recomeçam: a aurora, sempre nova, frequentemente magnífica, inaugura o retorno do cotidiano. A unidade conflituosa das relações entre o cíclico e o linear gera às vezes compromissos, às vezes perturbações. O percurso circular das agulhas sobre os quadrantes dos relógios é acompanhado de um tic-tac linear. E é a sua relação que permite, ou antes, constitui a medida do tempo (quer dizer, ritmos). O tempo e o espaço, o cíclico e o linear têm essa ação recíproca; eles se medem de um pelo outro; cada um se faz medindo-medida; tudo é repetição cíclica através de repetições lineares. Uma relação dialética (unidade na oposição) toma assim sentido e alcance, quer dizer generalidade. Atinge-se, por essa via como por outras, a profundidade da dialética (LEFEBVRE, Op.Cit.).

O autor então considera que assim montam-se os conceitos indispensáveis para definir o ritmo. Falta, ainda, um, essencial: a *melodia*. Um paradoxo a mais: o ritmo parece natural, espontâneo, sem outra lei que seu próprio desdobramento. Ou, o ritmo, sempre particular (música, poesia, dança, ginástica, caminhada, etc.) implica sempre uma melodia. Por toda a parte onde há ritmo, há melodia, há medida, quer dizer lei, obrigação calculada e prevista, projeto. Longe de

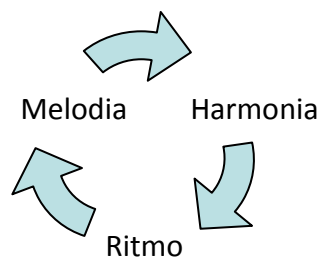
opor-se a quantidade, o tempo (a duração) se quantifica pela medida, pela melodia em música, mas também na linguagem e nos atos. A harmonia, que resulta de um conjunto espontâneo ou de uma obra, é ao mesmo tempo quantitativo e qualitativo, como na música e em outros lugares: linguagem, gestos, arquiteturas, obras e artes diversas, etc. (LEFEBVRE, Op.Cit.).

Para o autor o *ritmo* reúne aspectos e elementos *quantitativos*, que marcam o tempo e distinguem os momentos – e elementos ou aspectos *qualitativos*, que ligam, que fundem os conjuntos e que os resultam. O ritmo aparece como um tempo regulado, regido por leis racionais, mas em ligação com o mais racional do ser humano: o vivido, o carnal, o corpo. Aos múltiplos ritmos *naturais* do corpo (respiração, batimento cardíaco, fome e sede, etc.) sobrepõem-se não sem modificar os ritmos *racionais*, numéricos, quantitativos e qualitativos. O pacote de ritmos envolve-se de ritmos em função social ou mental. De onde a eficácia da operação *analítica* consiste em abrir e desfazer o pacote. A perturbação e a doença, ao limite a morte, encarregam-se da operação. Contudo, o natural e o racional desempenham apenas um papel limitado na análise dos ritmos. Estes são ao mesmo tempo naturais e racionais, e não um, nem o outro (LEFEBVRE, Op.Cit.).

Para o desdobramento do projeto ritmanalítico, segundo o autor, uma panacéia de categorias (conceitos) e de oposições, utilizadas metodicamente, parece indispensável, como as apresentadas em seguida.



A análise enquanto método compreende assim um caráter triádico na abordagem que, no entanto, não conduz a uma síntese (LEFEBVRE, Op.Cit.).



As discussões analíticas e conceituais de Lefebvre (op. Cit.) são assim exemplificadas. Para o autor, o caráter triádico dos conceitos e de suas relações merece destaque. As relações binárias (oposições termo a termo) se colocam em evidência permitindo delimitar o objeto, mas não de penetrá-lo. A tríade *melodia-harmonia-ritmo* apreende até no coração, na vida musical. Os conceitos, e esses que eles designam não podem se separar; eles se reencontram por toda a parte; mas

conflitualmente: um desses três domina, tendendo a apagar o outro (ou os outros dois). E isso no tempo musical, sob todas suas formas: história da música e sua evolução – história em torno da música (nos meios sociais) – tempo de cada composição. A ligação dos conceitos, esclarecendo as relações dialéticas, permite compreender os dominantes: tal composição musical colocada sobre o ritmo, apagando a melodia e a harmonia; outra tal tratando das alianças de sons, de marchas ou desenvolvimentos harmônicos; outra tal é puramente melódica, não comportando uma única voz ou vozes (por exemplo, o gregoriano). A irrupção do ritmo puro - recente – reencontra-se todas nas memórias como em muitas audições. Indo adiante na hipótese, o ritmo (vinculado numa parte às categorias lógicas e aos cálculos matemáticos – e de outra parte, a um corpo vital e visceral) conteria segredos e a resposta às estranhas perguntas. O ritmo, em e por si só, não a música em geral, como crê Douglas Hofstadter no seu Gödel-Escher-Bach, onde tem grande espaço a melodia e a harmonia – e pouco aos ritmos (LEFEBVRE, Op.Cit.).

Segundo o autor, por toda parte onde há interação de um lugar, de um tempo e de um gasto de energia, há ritmo, e, por conseguinte, há:

- a) repetição (de gestos, de atos, de situações, de diferenças);
- b) interferências de processos lineares e de processos cíclicos;
- c) nascimento, crescimento, apogeu, seguidamente declínio e fim.

A ritmanálise, definida como método e teoria na obra de Lefebvre (Op. Cit.), persegue este labor milenário, segundo o autor, de maneira sistemática e teórica, reunindo as práticas mais diversas e saberes muito diferente: medicina, história, climatologia, cosmologia, poesia (poética), etc. Sem omitir naturalmente a sociologia e a psicologia, que ocupam o primeiro plano e fornecem o essencial (LEFEBVRE, Op.Cit.).

Assim o autor afirma que se podem classificar os ritmos cruzando a noção de ritmo com as de secreto e público, exterior e interior:

- a) Ritmos secretos: primeiro, os ritmos fisiológicos, mas também os psicológicos (a lembrança e a memória, o dito e o não dito, etc.)
- b) Ritmos públicos (portanto sociais): os calendários, as festas, as cerimônias, as celebrações; ou os que se declaram ou se exibem, como a virtualidade, como uma expressão (a digestão, a fadiga, etc.)
- c) Ritmos fictícios: a eloquência, os ritmos verbais, mas também a elegância, os gestos e as aprendizagens. O que se pode unir aos falsos segredos, ou pseudo-dissimulações (os cálculos e especulações em curto prazo, em médio prazo e em longo prazo). O imaginário!
- d) Ritmos dominadores-dominados: montados de todas as peças: na música, ou no discurso, visando um efeito para além deles mesmos, cotidiano ou duradouro.

Todos os anteriores sujeitos às seguintes oposições:

Ritmos Rápidos ou Ritmos Lentos

Ritmos Rompidos ou Ritmos Contínuos

Ritmos Interferentes ou Ritmos Distintos

Após apresentar uma série de definições e discussões, o autor converge na idéia de que a Ritmanálise deve consistir em tentar isolar um ritmo do outro, compreendendo o que vem da natureza e o que é adquirido, convencional, ou mesmo distinto. Análise difícil da qual é possível que tenha um alcance ético, quer dizer prático. Em outros termos: o saber do vivido modificaria o vivido sem saber, o metamorfosearia. Aqui se reencontra, de outra maneira abordado, mas o mesmo, o pensamento da metamorfose (LEFEBVRE, Op.Cit.).

Assim, Lefebvre (Op. Cit.) conclui que a Ritmanálise consiste, portanto, essencialmente, na aplicação dos seguintes conceitos:

Isorritmia - igualdade de ritmos

Polirritmia - diversidade de ritmos

Eurritmia - harmonia de ritmos

Arritmia - perturbação de ritmos

I. 2. ABORDAGEM GEOGRÁFICA SOCIOAMBIENTAL AO OBJETO

*Sem o homem, isto é, antes da História, a natureza era uma
Continua a sê-lo em si mesma apesar das partições que o uso do planeta pelos homens lhe infringiu
Agora, porém, há uma enorme mudança
Uma, mas socialmente fragmentada, durante tantos séculos, a natureza é agora unificada pela
História, em benefício de firmas, estados e classes hegemônicas
Mas não é mais a Natureza Amiga, e o Homem também não é mais seu amigo*
Milton Santos (1992)

A tentativa de integração das abordagens rítmicas nesta pesquisa encontra sustentação nos princípios da geografia socioambiental apresentados por Mendonça (2002), uma vez que esta parte de uma problemática em que situações conflituosas, decorrentes da interação entre a sociedade e a natureza, e que explicitam degradação de uma ou de ambas, como é o caso dos deslizamentos de terra. Com isso, ressalta-se a análise da imbricada relação entre a dinâmica da natureza e a dinâmica dos processos sociais envolvidos em sua apropriação, alteração e, conseqüentemente, na formação dos riscos.

A relação natureza e sociedade é objeto de estudo da ciência geográfica desde sua origem, na segunda metade do século XIX. Fundada por Humboldt (1769-1859) e Ritter (1779-1859), buscava a compreensão dos diferentes lugares por meio da relação dos homens com a natureza. Para isso era necessário o conhecimento dos aspectos físico-naturais das paisagens, assim como dos humano-sociais. Percebe-se assim, que nascia uma ciência preocupada diretamente com o que hoje se entende, de forma geral, por meio ambiente. O que se compreende hoje como meio ambiente - elementos naturais e sociais conjuntamente – faz parte da origem da geografia e isso lhe confere o mérito de ter sido a primeira das ciências a tratar do meio ambiente de forma mais abrangente (MENDONÇA, 1993).

Durante o período entre sua origem enquanto conhecimento científico, até meados dos anos 50 e 60 do século XX, na Geografia predominou a fase naturalista, em que o homem e a natureza eram descritos de forma dissociada, sob influência do método positivista de Comte (1798-1857), assim como nas demais ciências. As vertentes do Determinismo e do Possibilismo Geográfico fortaleceram a concepção de análise separatista dos elementos naturais e humanos, porém, conta-se com as contribuições de Ratzel (1844-1904), La Blache (1845-1918) e de Martonne (1873-1955). Distintamente dos seus contemporâneos, Reclus (1830-1905) foi quem teve uma visão precursora na análise da relação homem-natureza e revelou a primeira concepção de cunho ambientalista na Geografia, ainda no final do século XIX, exercendo grande influência na vertente ambiental e socioambiental da Geografia na atualidade. Conforme relata Mendonça (2002), observam-se, assim, avanços consideráveis no tratamento da questão ambiental nos anos 80 e 90 do século XX até o presente, ou seja, de uma fase predominantemente caracterizada pelo enfoque ecológico, que ressaltava a vertente naturalista, para outra centrada no ambiente, na qual sociedade e natureza compõem as duas partes de uma interação dialética. Esta perspectiva geográfica do enfoque ambiental não é, todavia, nova, podendo ser identificada nas idéias de Elisée Reclus.

Andrade (1985) salienta outra característica da análise de Reclus, que é a manutenção da unicidade da Geografia. Ele não aceitava a dualidade Geografia Física e Geografia Humana, hoje ainda predominante, herança da escola geográfica francesa.

A partir da segunda metade do século XX, surge o que pode ser considerada uma nova Geografia, em parte orientada por pressupostos neopositivistas, sendo que a natureza passa a ser entendida como meio ambiente e tratada pelo sub-ramo da Geografia Física. As abordagens se baseiam, principalmente, na Teoria Geral dos

Sistemas, lançada por Ludwig von Bertalanffy em 1950, e estudada por diversos seguidores. Trata-se de uma concepção de estrutura lógica de análise que pode ser direcionada para a solução de problemas e conflitos, encontrando na dinâmica das interações e organizações, a essência fundamental para a compreensão dos fenômenos e de sua natureza de forma interconecta e holística. Nesta concepção, o todo avança para sistemas mais complexos de auto-organização, em que a totalidade ou o todo é muito mais que a soma das partes.

Na década de 1960, Sotchava propôs o Geossistema como abordagem metodológica da Geografia Física para o tratamento do quadro natural do planeta, buscando evoluir na concepção e análise sistêmica, mas segundo Mendonça (1993), ainda pelo cunho positivista – dissociado da sociedade. Bertrand, no mesmo período, buscou incorporar o elemento humano em sua proposta de aplicação do método geossistêmico, destacando a influência da ação antrópica na sua inter-relação com os outros elementos da paisagem, numa integração mútua, dinâmica e indissociável entre os elementos físicos, biológicos e antrópicos. Seguiram-se as contribuições de Berry e Tricart nos anos de 1970, estes lançando a proposta de estudo de Unidades Ecodinâmicas, ou seja, sistemas ambientais delimitados cartograficamente. No Brasil, essa fase manifestou-se nas vertentes da Geografia Teórica e Quantitativa da Geografia Física, que de certa forma reproduziu a perspectiva naturalista, positivista e tradicional na interpretação da realidade. Para Mendonça (1998), a natureza – entenda-se meio ambiente – tratada pela Geografia Física, recebe então uma abordagem fortemente carregada pela Teoria dos Sistemas, resultando na sua modelização e numerização.

No Brasil, durante o momento histórico de transição das fases naturalista e ambientalista na Geografia, por volta da metade do século passado, começa a se destacar a produção e a atuação daqueles que se

tornariam nossos mais ilustres geógrafos. Inicialmente, Orlando Valverde, que em 1937 se tornou o primeiro geógrafo contratado do Conselho Nacional de Geografia, no Rio de Janeiro/RJ, e a partir desse período ofereceu significativa contribuição à evolução do pensamento geográfico e ao conhecimento científico, sobretudo, por antever e tratar de questões tão pertinentes ao país, como a reforma agrária e os conflitos na Amazônia.

No período em que são divulgados os primeiros trabalhos de Orlando Valverde, nos anos de 1950 e, sobretudo, a partir dos anos de 1960, a geografia brasileira passa a contar também com a valiosa contribuição de seus outros dois grandes expoentes: Aziz Nacib Ab'Saber, que elaborou teorias sobre a Geomorfologia Brasileira e produziu vasta bibliografia que se tornaram referências na Geografia; e Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, como já citado, que lançou as bases teórico-metodológicas para os estudos climatológicos na Geografia, utilizadas até hoje e que expressam uma concepção dinâmica e rítmica do clima em conjugação aos demais aspectos do meio físico-natural e humano-social, conforme a proposta desta pesquisa.

Durante esse período, nos anos de 1960, cabe destacar outro célebre geógrafo que trouxe uma abordagem inovadora em seus trabalhos e que já incorporava uma concepção de cunho ambientalista e de estudo de impactos da relação homem-natureza: Hilgard O'Reilly Sternberg. Nas obras *A Terra e o Homem nos Trópicos*, sobre a Amazônia, e *Brasil: um Gigante Complexo* nota-se sua extrema habilidade em relacionar o *ambiente natural* à população nas análises, sem deixar de incluir discussões sobre os aspectos culturais, políticos e econômicos envolvidos na questão, oferecendo grande inspiração à Geografia na atualidade. Diante desse *gigante complexo*, o autor descreve: o Brasil não só representa metade da América do Sul em área e população, como é o maior transplante da cultura européia para os

trópicos. Com nove décimos de seu território na zona geograficamente definida como intertropical, este laboratório variegado de integração ecológica e étnica tornou-se, pelo número de habitantes, o maior país de língua latina e, – com vários enriquecimentos – da cultura latina. Há, na verdade, uma extraordinária diversidade na terra e nos habitantes do Brasil. Essa diversidade separa regiões de diferentes latitudes, estruturas geológicas, formas de terreno, clima e vegetação. Também separa pessoas que vivem lado a lado, mas em diferentes idades culturais – algumas das quais somente podem trabalhar, talvez, com uma simples enxada, e outros que empregam a tecnologia mais avançada. É exatamente à luz dessa diversidade cultural, entrelaçada com um conjunto complicado de aspectos físicos e bióticos, que a unidade do Brasil parece tão surpreendente (STERNBERG, 1965).

Conforme relata Mendonça (1993), o desenvolvimento do tratamento da temática ambiental dentro da geografia no Brasil e segundo uma concepção que inter-relaciona sociedade e natureza, foi algo que se deu muito lentamente durante as décadas de 70 e 80, em função do que se poderia desejar, principalmente quando se observa que tal desenvolvimento se deu única e exclusivamente dentro da Geografia Física.

Um marco na abordagem integrada das esferas natural e humana na Geografia, numa concepção ambiental voltada ao estudo do clima, ocorreu com o lançamento da Tese de Livre Docência de Monteiro (1976a), intitulada *Teoria e Clima Urbano*, em que propôs a análise dos chamados canais de percepção humana, estruturados em subsistemas integrados. No mesmo ano, o autor publica *O clima e a organização do espaço no Estado de São Paulo: problemas e perspectivas* (MONTEIRO, 1976b) e, dois anos depois, o artigo *Derivações antropogênicas dos geossistemas terrestres no Brasil e alterações climáticas: perspectivas agrárias e urbanas ao problema da elaboração de modelos de avaliação*

(MONTEIRO, 1978), ressaltando o viés ambiental de suas pesquisas e já trazendo a preocupação com as mudanças climáticas.

Embora não seja objeto de estudo e aplicação nesta tese, os *Geossistemas: a história de uma procura* (MONTEIRO, 2000) traz interessante abordagem que converge à idéia socioambiental, a partir da narração do autor sobre sua trajetória em busca do estudo e aplicação dos Geossistemas, entendido como método de análise e paradigma geográfico. Nos estudos ambientais e climatológicos desenvolvidos sob a orientação dos Geossistemas desde a década de 1970, o autor destaca a importância da interdisciplinaridade que é necessária, os avanços alcançados na análise integrada em geografia, e na validade de sua aplicação em projetos de avaliação da qualidade ambiental, bem como ao aprimoramento enquanto veículo para aplicação da geografia no planejamento (MONTEIRO, Op. Cit.).

Para o autor, os Geossistemas são, antes de tudo, uma concepção teórica de efetiva integração nas diferentes esferas que compõem o escopo geográfico, em suma, um novo *paradigma*. A modelização dos Geossistemas à base da dinâmica espontânea e antropogênica e do regime natural a elas correspondente visa, acima de tudo, promover uma maior integração entre o natural e o humano. O avanço na percepção do Geossistema contribui para a análise integrada em geografia e a validade de sua aplicação no estudo da qualidade ambiental. E que esta poderá ser consideravelmente ampliada e enriquecida se merecer o entrosamento multidisciplinar convergente, de fato, para uma verdadeira interdisciplinaridade. É sempre necessário acreditar que nossos resultados são, antes de tudo, aproximações do real, sobretudo em se tratando de sistema tão dinâmico e em permanente mutação, como os espaços geográficos (MONTEIRO, Op. Cit.).

Neste sentido, a trajetória de Monteiro, expressa em sua rica bibliografia, demonstra o empenho do autor em desenvolver estudos sobre a realidade geográfica que buscava integrar diversos elementos que a compõe, numa análise de forte cunho ambiental. A concepção de inter-relacionamento natureza-sociedade como objeto de investigação da Geografia é explicitada pelo autor ao longo em sua obra, sobretudo a partir da década de 1970. As contribuições do autor passam então a enfatizar a idéia de unidade na Geografia e o caráter socioambiental da pesquisa geográfica, princípios que se coadunam com a presente tese.

No final dos anos 80 e início dos anos 90 do século XX, uma nova geração de geógrafos brasileiros se destacou no cenário acadêmico, promovendo debates, produzindo trabalhos e propondo novas discussões sobre as bases epistemológicas da ciência geográfica, orientadas por uma visão integradora na análise da natureza e sociedade – ou meio ambiente (inteiro), como fez, por exemplo, Mendonça (1989; 1990; 1993) e Gonçalves (1989). Da mesma forma que Reclus, pioneiro na abordagem de cunho ambientalista na Geografia ainda no final do século XIX, havia também manifestações de militância e engajamento político pelos autores.

Conforme apresentado anteriormente, alguns autores já expressavam essa concepção de integração da Geografia em seus trabalhos, que são objeto de análise de Monteiro em *Travessia da Crise - Tendências atuais da Geografia* (MONTEIRO, 1988). Porém, pode-se considerar o início de um movimento que fortaleceu a corrente ambiental na Geografia e que buscou romper com a abordagem de cunho naturalista e positivista, que ainda imperava nos estudos da Geografia Física. Trataram da histórica dicotomia na Geografia nos ramos físico e humano, e da necessidade de sua integração nos estudos sobre o meio ambiente. Considerando-se que os estudos ambientais desenvolvidos pela Geografia Física majoritariamente utilizam-se do

método sistêmico e da Teoria Geral dos Sistemas, alguns trabalhos buscaram incorporar à análise aspectos relacionados aos processos sociais envolvidos na problemática ambiental em questão. Com isso, concebe-se o entendimento do ambiente em sua totalidade, mesmo que para isso fosse necessário contar com subsídios metodológicos do materialismo histórico e dialético, que caracteriza outra vertente do pensamento geográfico.

Segundo Mendonça (2001), no período em que as correntes do pensamento geográfico se manifestam mais claramente, posteriormente à década de 1970, além da vertente ambiental na Geografia, composta pela Geografia Física, tem-se as correntes ou abordagens da Geografia Crítica e da Geografia Cultural ou Humanista, esta existente há mais tempo, porém fortalecida e revisada nos anos de 1980 e 1990. Embora grande parte dos estudiosos da Geografia Física ainda recuse abordar e compreender as relações sociais enquanto componentes das paisagens, na Geografia Crítica e Marxista nota-se uma total ausência de preocupação com o meio ambiente e a natureza em seus estudos. A opção pela concepção de que a Geografia é uma ciência eminentemente social – para a qual o suporte físico-natural (mesmo alterado) parece ser secundário ou sem importância, tanto na estruturação espacial da sociedade como na influência da natureza sobre ela ou vice-versa; o distanciamento voluntário da problemática ambiental do planeta – o que pode revelar a crença de que a tecnologia que gerou os problemas ambientais também encontrará as soluções para eles e que, portanto, não constituem objetos de primeira ordem para o interesse geográfico; e o desconhecimento e a recusa da compreensão da dinâmica da natureza e de sua importância na constituição do espaço, do território e da sociedade (MENDONÇA, 2001).

A produção marxista em Geografia, por excelente que seja em apontar as causalidades e diferenças profundas no modo de ser

capitalista e socialista, atinge explicações confinadas nos espaços econômico e social e não justifica uma quase ojeriza aos lugares. E os lugares não são simples 'acidentes' para o homem, mas correspondem antes ao seu ideário fundamental, e a partir deles é que se elaboram as diferentes geometrias ou topologias criadoras do espaço (MONTEIRO apud MENDONÇA, 1993).

A abordagem humanista ou humanística na Geografia encontra embasamento na fenomenologia, no existencialismo, no idealismo e na hermenêutica, valorizando os indivíduos, a subjetividade humana, as experiências e vivências do homem no ambiente. O enfoque cultural se interessa pela maneira como as realidades são percebidas e sentidas pelos homens (CLAVAL, 2002). Tal abordagem se aproxima cada vez mais de um enfoque cultural-ambiental, no sentido de captar as percepções e subjetividades humanas, que são componentes no entendimento do todo, formado pela dimensão físico-natural, das relações sócio-econômicas e da subjetividade humana, segundo *As três ecologias* de Guattari (1991).

Novas perspectivas humanistas de análise da relação homem-natureza são lançadas por Capra e Morin, em que idéias e debates encontram subsídios nas teorias do caos e da complexidade. Observa-se que recentemente a perspectiva humanística tem despertado o interesse de geógrafos mais tradicionalmente ligados à abordagem ambiental, como é destacado em Monteiro (1991; 2002), que orientou pesquisa (PASCHOAL, 1981), ainda no início dos anos de 1980, sobre as inundações no bairro do Cambuci, na cidade de São Paulo, e a percepção ambiental de risco natural.

A concepção de ambiente se desenvolve de acordo com a evolução do tempo histórico de cada sociedade, de fatores externos, bióticos ou abióticos ao envolvimento das atividades humanas, conforme discute Mendonça (2001). Porém, ainda continua ligado

fortemente a uma concepção naturalista. A evolução do conceito de meio ambiente nas palavras de Baily e Ferras pode ser assim resumida. Em 1917, o meio ambiente é para uma planta *o resultado de todos os fatores externos que agem sobre ela*. Em 1944, para um organismo *a soma total efetiva de fatores aos quais um organismo responde*. Em 1964, Harant e Jarry propõem *o conjunto de fatores bióticos (vivos) ou abióticos (físico-químico) do habitat*. Em 1971, segundo Ternisien: *conjunto, num dado momento, dos agentes físicos, químicos e biológicos e dos fatores sociais suscetíveis de ter um efeito direto e indireto, imediato ou a termo, sobre os seres vivos e as atividades humanas*. Com isso o termo meio ambiente se torna uma palavra da moda, vítima da inflação jornalística (MENDONÇA, 2001).

Segundo o autor, apesar da evolução da concepção ambiental na Geografia, os termos ambiente e meio ambiente ainda são dotados de grande complexidade. Ainda que o termo meio ambiente tenha se tornado mais abrangente com o passar do tempo, este não consegue se desprender da concepção de natural. Esta idéia pode levar a crer que tenha sido criada uma concepção de meio natural que excluía a sociedade como componente, inserindo-a como agente transformador. Partindo-se desta idéia tem-se na contemporaneidade a utilização do termo socioambiental, na tentativa de unir sociedade e natureza (MENDONÇA, Op. Cit.).

Assim, a corrente ambientalista na Geografia é fortalecida na atualidade com a proposição da Geografia Socioambiental (MENDONÇA, Op. Cit.), uma vez que se considera que houve mudanças epistemológicas e teórico-metodológicas na ciência geográfica (MENDONÇA, 1989; 1993).

Para Mendonça (2001), a abordagem do meio ambiente se dá sob o prisma do entendimento integrado da sociedade e da natureza, em consonância com a concepção de meio ambiente tratada

anteriormente, porém persistindo na necessidade de incorporar definitivamente os processos sociais aos naturais, numa tentativa de análise conjunta, conforme o problema abordado.

Para salientar essa interação e inter-relação homem-natureza, essência do ambiente ou meio ambiente, o autor esclarece: um estudo elaborado em conformidade com a Geografia Socioambiental deve emanar de problemáticas em que situações conflituosas, decorrentes da interação entre a sociedade e a natureza, explicitem degradação de uma ou de ambas. A diversidade das problemáticas é que vai demandar um enfoque mais centrado na dimensão natural ou mais na dimensão social, atentando sempre para o fato de que a meta principal de tais estudos e ações vão em direção da busca de soluções do problema, e que este deverá ser abordado a partir da interação entre estas duas componentes da realidade. O objeto de estudo da Geografia Socioambiental, construto contemporâneo da interação entre a natureza e a sociedade, não pode ser concebido como derivado de uma realidade onde seus dois componentes sejam enfocados de maneira estanque e independente, pois que a relação dialética entre elas que dá sustentação ao objeto (MENDONÇA, 2001).

No pensamento do ilustre geógrafo Milton Santos, o tratamento das questões sobre o meio ambiente deve contemplar uma reflexão mais profunda sobre as relações, por intermédio da técnica, seus vetores e atores, entre a comunidade humana assim mediatizada e a natureza, assim dominada. Segundo o autor, atualmente, não há um espaço maior reservado para essa reflexão, diante da procura para tratar as questões do meio ambiente seja como for, o que é típico de uma época e tanto ilustra os riscos que corremos como a necessidade de, em todas as áreas do saber, agir com heroísmo, se desejamos poder continuar a perseguir a verdade. Assim como Boulding (1969) reclamava à agremiação norte-americana de economistas a necessidade de

heroísmo, para por fim ao conformismo, fugir aos raciocínios técnicos, recusar a pesquisa espasmódica, abandonar a vida fácil e, afinal, enfrentar o entendimento do Mundo (SANTOS, 1992).

O autor nos coloca que, inicialmente, o Homem escolhia em torno, naquele quinhão de Natureza, o que lhe podia ser útil para a renovação de sua vida, os elementos naturais (rios, rochas, animais, vegetais), representando seu subsistema útil, seu quadro vital. É o tempo do homem amigo e da natureza amiga. *A natureza é atroz, o homem é atroz, mas parecem entender-se* (MICHELET, 1833 apud SANTOS, Op, Cit.). A história do homem sobre a Terra é a história de uma ruptura progressiva entre o homem e o entorno, processo que se acelera com a mecanização do Planeta e os novos instrumentos para tentar dominá-lo. A Natureza artificializada marca uma grande mudança na história humana da natureza, alcançando o estágio supremo dessa evolução com a tecno-ciência. O Homem se torna fator geológico, geomorfológico, climático e a grande mudança vem do fato de que os cataclismas naturais são um incidente, um momento, enquanto hoje a ação antrópica tem efeitos continuados e cumulativos. Daí vem os graves problemas de relacionamento entre a atual civilização material e a natureza. Essa evolução culmina, na fase atual, onde a economia se tornou mundializada, e todas as sociedades terminaram por adotar, de forma mais ou menos total, de maneira mais ou menos explícita, um modelo técnico único que se sobrepõe à multiplicidade de recursos naturais e humanos (SANTOS, Op. Cit.).

Com isso, Milton Santos manifesta sua concepção acerca das questões ambientais, apontando claramente que se tratam de questões sociais, e que, em geral, refletem conflitos no inter-relacionamento sociedade-natureza.

Mais recentemente, Matthews e Herbert (2004), em *Unifying Geography*, propõem o fim da dualidade físico-humana e a unificação da

Geografia, que encontra grande similaridade com a concepção ou vertente socioambiental na Geografia. Assim, os autores sugerem que essa unificação se dê em torno de um tema comum, como a sustentabilidade. Para a Geografia, as transformações que podem ser causadas pela sustentabilidade são uma oportunidade para um novo campo de estudo. A dica é descobrir indicadores das transformações causadas pela sustentabilidade. Existe um grande campo para os geógrafos combinarem suas experiências físicas e humanas e criarem os indicadores de sustentabilidade. E esse será um grande teste para a Geografia. O autor assume que sustentabilidade é uma palavra da moda, fortalecida com as transformações políticas do século XXI, mas ao mesmo tempo genuinamente revolucionária. Porém, há controvérsias em torno da temática, sobretudo no termo desenvolvimento sustentável, que pode ser considerado um mito ou falácia, diante do modo de produção do sistema capitalista, incompatível com a tentativa de atingir um equilíbrio ambiental.

Marchand (2005) traz uma interessante discussão sobre os riscos climáticos e a Geografia, antecipando alguns aspectos que serão abordados no próximo capítulo (1.3 – Risco e Vulnerabilidade Socioambientais: uma discussão teórica). O autor destaca a necessidade de se definir o campo de estudo dos riscos, que em sua opinião são geográficos, e quais os problemas teóricos que se propõem, diante da gama de reações frente às catástrofes naturais, de considerá-las atos de Deus ou uma lógica científica.

Para o autor, a geografia tem uma tendência a fazer como nos anos de 80, que considerava os riscos climáticos, numa primeira aproximação, riscos como os outros. Contudo, eles têm a particularidade de ter *multifunção*, pois são agentes diretos, agentes indiretos e vetores do risco. Desta maneira, interessa particularmente à teoria geográfica, além da questão dos territórios, a necessidade de

sempre partir dessa concepção fundamental em incluir evidentemente as dificuldades e limitações naturais e as diferentes formas de rugosidade do espaço (MARCHAND, 2005).

O autor aponta que no âmbito de uma geografia que estuda um espaço organizado e estruturado por uma sociedade, é interesse ao seu arcabouço teórico amarrar o meio ambiente, os riscos e as políticas de planejamento. Na geografia, talvez mais ainda na geografia dos riscos, é necessário considerar que as limitações físicas e naturais de uma parte, e as limitações sociais mentais e econômicas de outra parte, possuem em comum dinâmicas espaciais e temporais que se interagem na funcionalidade e na estruturação dos sistemas territoriais. Os processos de evolução, as dinâmicas, relevam as temporalidades, enquanto que as localizações, as repartições, as autocorrelações espaciais participantes do espaço, nos jogos de escalas e problemas de estabilidade/instabilidade dos territórios, relevam suas duas dimensões (MARCHAND, Op. Cit.).

Diante deste breve panorama sobre a evolução do pensamento geográfico representada pelos autores e suas ideias citadas anteriormente, nota-se que desde o nascimento da Geografia enquanto ciência, com Humboldt e Ritter, no século XIX, até o presente, sempre existiu, de forma mais ou menos explícita, a concepção de que o verdadeiro objeto de pesquisa e análise geográfica é o meio ambiente. O meio ambiente compreendido aqui na perspectiva geográfica é aquele composto pelas esferas natural e social.

Embora a dualidade Geografia Física – Geografia Humana tenha predominado ao longo do tempo, a unicidade geográfica pode ser vista em trabalhos considerados precursores naquilo que se concebe como enfoque ambiental ou de estudo do meio ambiente, presente nas idéias de Reclus, e posteriormente nos estudos de Sternberg no Brasil. Assim, no decorrer dessa evolução, a partir dos anos de 1950, outras

abordagens na Geografia se configuram, após um período de estagnação da ciência, e da própria sociedade, com o advento das grandes guerras mundiais.

No entanto, a partir dos anos de 1960, a ciência ganha com as valiosas contribuições de geógrafos que imprimiram um caráter mais abrangente à análise geográfica, situando seus estudos num contexto mais amplo em que buscaram, na medida do possível, a integração de fatores de ordem natural e humana. Nesta fase destacaram-se os geógrafos Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, Aziz Nacib Ab'Saber, Orlando Valverde, dentre outros.

Em continuidade a essa evolução, a partir dos anos de 1980 e 1990 eclodem trabalhos e abordagens mais voltadas às demandas de uso e ocupação do território, da exploração de recursos versus as restrições e dificuldades impostas pelos aspectos naturais do planeta e os conflitos oriundos de suas relações, que se apresentam justamente com a ascensão do debate sobre as questões ambientais.

Assim, o meio ambiente passa a compor a pauta do dia, o interesse pela temática ambiental se torna crescente e a demanda por conhecimento científico cria novas subáreas que buscam focar os diferentes aspectos de suas especificidades, sejam físicos, sociais ou bióticos, em geral, desconectados.

Em suma, seguindo a evolução dos estudos que tratam do meio ambiente na perspectiva geográfica, a presente pesquisa já expressou que objetiva investigar as imbricações entre Sociedade e Natureza, esferas que em conjunto formam o que se compreende por meio ambiente. Contudo, para salientar que o meio ambiente envolve também essa dimensão social, adota-se a designação socioambiental, que faz referência à abordagem ambientalista da Geografia Socioambiental defendida por Mendonça (2001).

Deste modo, a pesquisa busca expressar essa relação de interdependência entre sociedade e meio ambiente, contrapondo-se aquela concepção fortemente naturalista de que o meio ambiente significa apenas a natureza do planeta.

Considerando-se que esta pesquisa pressupõe a análise e compreensão das imbricações entre a dinâmica da natureza e os processos sociais envolvidos em sua apropriação e alteração, esta se insere numa abordagem sistêmica, aberta e dialética, segundo a qual os riscos e a vulnerabilidade socioambientais não podem ser compreendidos distintamente.

Tratar o tema de forma aberta e dialética significa poder contar com subsídios de outros modos de interpretação da realidade. Neste caso, o clima e os desastres, os riscos e a vulnerabilidade, são resultados de interações e reciprocidades entre a natureza e a sociedade.

Com isso, a perspectiva socioambiental é ressaltada, tomando por base a crença de que os problemas ambientais são, em última instância, problemas sociais, como é o caso dos deslizamentos de terra, que geram transtornos diretos à população.

Tal abordagem também se coaduna com as idéias discutidas por Marchand (2005) e Matthews & Herbert (2004), que parecem se adequar perfeitamente aos propósitos desta pesquisa e vão ao encontro do mesmo objetivo.

As concepções de risco e vulnerabilidade tratadas a seguir salientam esse caráter socioambiental da pesquisa, inerente ao próprio sentido dos termos.

I. 3. RISCO E VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAIS: UMA DISCUSSÃO TEÓRICA

*Os riscos são compreendidos enquanto objeto social
Definido como a percepção do perigo, da catástrofe possível
Questão social, o risco interroga necessariamente a Geografia
Que se interessa pelas relações sociais e por suas traduções espaciais*
Yvette Veyret (2007)

Os conceitos de risco e vulnerabilidade não encontram unanimidade técnica e científica. Em geral, são abordados distintamente nos diversos estudos, podendo apresentar, inclusive, significados semelhantes e até inversos entre eles. Ou seja, risco e vulnerabilidade são termos considerados polissêmicos. No entanto, os dois termos-conceitos trazem em comum a concepção de cunho socioambiental, pois tratam de questões que só existem e fazem sentido em função de uma população a eles exposta.

Segundo Rebelo (2010), risco é uma palavra ligada inicialmente à navegação marítima e utilizada, com algumas variantes, desde o século XIII. Como quaisquer outros riscos, os riscos naturais relacionam-se com fenômenos potencialmente perigosos e com a presença do homem, daí falar-se em *hazards* e em vulnerabilidades. Mas há uma sequência na socialização do risco: o risco pode considerar-se onipresente, embora nem todas as pessoas tenham consciência da sua presença; o perigo é já algo muito próximo de que se torna fundamental ter a percepção; a crise é a manifestação do risco sem qualquer possibilidade de controle pelo homem (REBELO, 2010).

Veyret (2007) considera que o risco compreendido enquanto objeto social existe apenas em relação a um indivíduo e a um grupo social ou profissional, uma comunidade, uma sociedade que o apreende por meio de representações mentais e com ele convive por meio de práticas específicas. Não há risco sem uma população ou indivíduo que o perceba e que poderia sofrer seus efeitos. Correm-se riscos, que são

assumidos, recusados, estimados, avaliados, calculados. O risco é a tradução de uma ameaça, de um perigo para aquele que está sujeito a ele e o percebe como tal (VEYRET, 2007).

Os riscos climáticos têm *multifunção*, resgatando a discussão já citada anteriormente de Marchand (2005), pois são: agentes diretos do risco, no caso das tempestades; agentes indiretos, no caso da chuva que deflagra as inundações e os deslizamentos; e vetores, no caso do transporte de poluição e disseminação de doenças. Eles são então os agentes que agravam a vulnerabilidade. Eles podem mesmo preencher simultaneamente as diferentes funções, como no caso dos ciclones tropicais, por exemplo. Assim, os riscos possuem dinâmicas espaciais e temporais que se interagem na funcionalidade e estruturação do território. Desta maneira um risco, considerando risco e vulnerabilidade interligados, será um elemento suscetível de modificar um território num tempo mais ou menos longo, numa localização mais ou menos difusa, onde as escalas do risco e da vulnerabilidade não coincidem, em geral. Com isso, o autor conclui que, nessas condições, os riscos climáticos (mas também os outros) colocam à análise espacial o problema teórico sobre a causalidade, a continuidade e descontinuidade do espaço, as escalas espaço-temporais, a estabilidade dos sistemas espaciais. Eles também questionam a geografia sobre o espaço vivido e as representações, ou sobre as organizações (MARCHAND, 2005).

A década de 1990 foi declarada pela ONU a *Década Internacional para Redução de Desastres Naturais*, numa tentativa de fortalecer os programas de prevenção e redução de riscos, que resultaram no documento *Living with risk – A global review of disaster reduction initiatives* (ONU, 2004), elaborado pela *Inter-Agency Secretariat International Strategy for Disaster Reduction* (ISDR). Tais iniciativas revelam o debate cada vez maior sobre a temática, crescente na mesma proporção da ocorrência do problema tratado.

O levantamento realizado pela ISDR computou os dados registrados em todo o planeta e concluiu: a última década do século passado foi marcada pelo aumento no número de ocorrências de deslizamentos de terra com consequências drásticas, o crescimento do número e extensão das áreas de risco e dos municípios com esse problema, além de maior quantidade de óbitos registrados, perdas econômicas e danos associados aos desastres (ONU, 2004).

Contudo, para compreender e conceituar os problemas em questão, a dimensão socioambiental deve necessariamente considerar a esfera política, representada pelo Estado, prefeituras e órgãos de defesa civil.

Neste sentido, Valêncio et al (2009) apontam que, num desastre, não emerge apenas demandas por contabilização de danos e prejuízos, mas demandas por identificação de responsabilidades, algo a mais que a mera redutibilidade dos discursos oficiais a dimensões puramente monetizáveis, posto que solicita esclarecimento, no plano político-social, das decisões que afetam negativamente os diferentes sujeitos. Vários são os desafios de transformação institucional da defesa civil e, centralmente, são os que dizem respeito aos mecanismos de controle social sobre as práticas que visem à redução das vulnerabilidades, dentre as quais, as que dizem respeito à associação da pobreza com o impacto dos eventos climáticos (VALÊNCIO et al, 2009).

Assumindo princípios semelhantes, Marchand (Op. Cit.) conclui que, em boa parte dos exemplos catastróficos que ocorrem pelo mundo, deflagrados por fenômenos como tempestades tropicais e furacões, mais conta o estado de carência e de ruína política da comunidade vitimada do que propriamente a intensidade dos ventos e das chuvas na determinação das causas.

Quanto ao conceito de vulnerabilidade, Valêncio et al (Op. Cit.) consideram que ele auxilia o entendimento da desigual exposição aos fatores ameaçantes. Um grupo vulnerável é aquele que, exposto a determinado fator de perigo, não pode antecipar, lidar com, resistir e recuperar-se dos impactos disso derivados, situação que está associada às mudanças inesperadas do ambiente e rupturas nos sistemas da vida (CONFALONIERI, 2003 apud VALÊNCIO et al, 2009). Encadeia-se com a capacidade do grupo em lidar com os perigos no âmbito das relações sociais, intervindo na cadeia causal dos acontecimentos (CLARK et al, 1998 apud VALÊNCIO et al, 2009). A pobreza é a variável mais relevante para explicar a vulnerabilidade no contexto das chuvas nas cidades brasileiras e os aparatos cartográficos são a principal ferramenta para impedir aos pobres de persistirem na luta pelo terreno ao designar seu lugar como área de risco. A área de risco é desprovida de legitimidade ante o meio técnico para as funções sociais ali contidas e exorbita paulatinamente da tolerância do ente público (VALÊNCIO et al, Op. Cit.).

Boa parte dos estudos e mapeamentos de riscos e vulnerabilidades apresenta dificuldades na inserção da dimensão social nas análises, intrínseca à questão, assim como considerar os aspectos apresentados anteriormente. Porém, Veyret (2007) sugere que as zonas ou áreas de risco podem ser definidas, de formas e superfícies variáveis, mapeáveis em diferentes escalas espaciais e temporais. Para a autora, o espaço sobre o qual pairam as ameaças não é neutro, ele constitui a *componente extrínseca* do risco.

Neste sentido, os conceitos de risco e vulnerabilidade comumente adotados pelos órgãos gestores são apresentados em seguida, traduzindo como são entendidos atualmente nas diferentes esferas de governo, assim como foram aplicados na área geográfica desta pesquisa.

Inicialmente, os deslizamentos de terra e rocha são considerados desastres naturais do tipo movimentos gravitacionais de massa, segundo o CODAR (Codificação de Desastres, Ameaças e Riscos), relacionados com a geodinâmica terrestre externa, associados ao incremento das precipitações. Porém, neste trabalho, os deslizamentos são claramente entendidos como um tipo de desastre que pode estar associado às causas naturais e/ou humanas.

Os riscos são assim classificados de acordo com a *origem* dos desastres que, segundo a codificação adotada pela Defesa Civil, podem ser subdivididos em:

- a) naturais – de origem sideral ou relacionados com: a geodinâmica terrestre externa (de causa eólica ou relacionados com: temperaturas extremas, incremento ou redução intensa de precipitações hídricas); a geodinâmica terrestre interna (relacionados com: sismologia, vulcanologia ou geomorfologia) ou desequilíbrios na biocenose (pragas animais ou vegetais).
- b) humanos – de natureza tecnológica ou relacionados com: meios de transporte, construção civil, incêndios, produtos perigosos, concentrações demográficas ou riscos de colapso e/ou exaurimento de energia e de outros recursos e/ou sistemas essenciais); de natureza social (relacionados com: ecossistemas urbanos e rurais, convulsões sociais ou conflitos bélicos); de causa biológica (relacionados com doenças transmitidas por: vetores, águas ou alimentos, inalação, sangue contaminado, ou por outros ou mais de um mecanismo de transmissão).
- c) mistos – relacionados com a geodinâmica terrestre: externa (relacionados com: a ionosfera, como os bolsões de redução

da camada de ozônio; a atmosfera, como o efeito estufa, chuvas ácidas e camadas de inversão térmica) e interna (relacionados com: a sismicidade induzida, por reservatórios ou por outras causas; a geomorfologia, o intemperismo e a erosão, como a salinização do solo e a desertificação).

Segundo o manual de *Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas - Guia para elaboração de políticas municipais* (CARVALHO E GALVÃO, 2006), o termo *Risco* pode ser definido como segue:

Risco é uma condição potencial de ocorrência de um acidente; indica a probabilidade de ocorrência de algum dano a uma população (pessoas ou bens materiais).

Para os autores, a fórmula seguinte é muito adequada para o exercício da gestão de riscos:

$$R=P(fA) * C(fV) * g^{-1};$$

em que um determinado nível de risco *R* representa a probabilidade *P* de ocorrer um fenômeno físico (ou perigo) *A*, em local e intervalo de tempo específicos e com características determinadas (localização, dimensões, processos e materiais envolvidos, velocidade e trajetória); causando consequências *C* (às pessoas, bens e/ou ao ambiente), em função da vulnerabilidade *V* dos elementos expostos; podendo ser modificado pelo grau de gerenciamento *g*.

Segundo os autores, ao olharmos para uma *situação de risco* devemos, em primeiro lugar, identificar qual é o perigo, que processos

naturais ou da ação humana o estão produzindo, em que condições a sua evolução poderá produzir um acidente e, qual a probabilidade deste fenômeno físico ocorrer. Após chegar a esse ponto – o de vislumbrar o processo gerador do acidente – devemos avaliar as consequências que ele causará. Não há risco sem alguma probabilidade de acidente nem acidente sem qualquer consequência de perda ou dano. Finalmente, podemos atuar sobre o problema, diminuindo o risco por meio de um melhor gerenciamento (CARVALHO e GALVÃO, Op. Cit.).

Os autores apresentam um quadro dos condicionantes naturais e antrópicos para a ocorrência de escorregamentos e erosão, que são responsáveis pelo surgimento do perigo. O clima é considerado um dos condicionantes naturais que podem ser agravados com o condicionante antrópico de lançamento de lixo e entulho na superfície.

A vulnerabilidade, nessa abordagem, configura-se como uma consequência dos inúmeros aspectos ao qual o meio está exposto. Áreas com assentamento precário, favelas, vilas e loteamentos irregulares, com edificações frágeis e implantadas de maneira inadequada, em geral ocupam locais (como encostas, margem de córregos e áreas próximas a aterros e lixões) mais sujeitos à ação destrutiva dos fenômenos tratados, além de se tratarem de locais onde a infraestrutura urbana é ausente ou insuficiente. Tais fatores, combinados, tornam essas áreas, e as pessoas que a habitam, mais vulneráveis aos desastres, e as consequências potenciais de ocorrer um acidente tornam-se ainda maiores e, portanto, o risco também se torna maior. Somado a esse quadro, há baixa resiliência, que é a enorme dificuldade que as populações desses assentos precários encontram para restabelecer a sua condição anterior quando afetadas por um acidente ambiental (CARVALHO e GALVÃO, Op. Cit.).

O relatório *Living with risk* (ONU, 2004) traz a seguinte definição sobre vulnerabilidade:

Vulnerabilidade é um estado determinado pelas condições físicas, sociais, econômicas e ambientais, as quais podem aumentar a suscetibilidade de uma comunidade ao impacto de eventos perigosos.

Segundo o relatório, uma vez que o perigo de ocorrer um determinado desastre natural já é conhecido e, muitas vezes inevitável, o objetivo é minimizar a exposição ao perigo por meio do desenvolvimento de capacidades individuais, institucionais, comunitárias e da coletividade que possam opor-se aos perigos e aos danos (ONU, Op. Cit.).

O *Curso de Treinamento de Técnicos Municipais para o Mapeamento e Gerenciamento de Áreas Urbanas com Risco de Escorregamentos, Enchentes e Inundações* (BRASIL, 2004), aplicado ao Estado de São Paulo, propõe homogeneizar o entendimento dos termos utilizados pelas equipes técnicas. Segundo o manual, termos como evento, acidente, desastre, perigo, ameaça, suscetibilidade, vulnerabilidade, risco e o muito discutido *hazard*, ainda não encontraram definições unânimes entre os seus usuários. Assim, seguem as definições propostas pelo Ministério das Cidades (BRASIL, Op. Cit.):

Evento é o fenômeno com características, dimensões e localização geográfica registrada no tempo;

Perigo (Hazard) é a condição com potencial para causar uma consequência desagradável;

Vulnerabilidade é o grau de perda para um dado elemento ou grupo dentro de uma área afetada por um processo;

Suscetibilidade indica a potencialidade de ocorrência de processos naturais e induzidos em áreas de interesse ao uso

do solo, expressando-se segundo classes de probabilidade de ocorrência;

Risco é a probabilidade de ocorrer um efeito adverso de um processo sobre um elemento. Relação entre perigo e vulnerabilidade, pressupondo sempre a perda;

Área de risco é a área passível de ser atingida por processos naturais e/ou induzidos que causem efeito adverso. As pessoas que habitam essas áreas estão sujeitas a danos, à integridade física, perdas materiais e patrimoniais. Normalmente, essas áreas correspondem a núcleos habitacionais de baixa renda - assentamentos precários.

Em 2006, o Instituto Geológico produziu o trabalho intitulado *Mapeamento de áreas de risco a escorregamento e inundação no município de Ubatuba, SP* (INSTITUTO GEOLÓGICO, 2006), cujo objetivo foi mapear e atualizar as áreas consideradas de risco no município.

O relatório salienta que, devido ao caráter aplicado do produto, adotou-se uma abordagem que conjugou a utilização de imagens de sensoriamento remoto de alta resolução e critérios simples para a setorização do risco. Tal abordagem visou permitir um fácil entendimento por parte dos operadores de Planos Preventivos de Defesa Civil e uma rápida implementação de ações de prevenção e mitigação em áreas prioritárias. Foram utilizadas metodologias e técnicas já adotadas em situações similares, descritas em FUNDUNESP (2003), CERRI et al. (2004), CANIL et al. (2004), MACEDO et al. (2004a; 2004b), MARCHIORI-FARIA et al. (2005) e SANTORO et al. (2005). Nesses estudos, os fatores que compõem a avaliação e análise de risco são simplificados, agrupados e avaliados de forma qualitativa a partir de observações diretas em campo.

Nesse sentido, foram avaliados os seguintes fatores, considerados essenciais à análise do risco, segundo o relatório (INSTITUTO GEOLÓGICO, Op. Cit.):

- a) Probabilidade ou possibilidade de ocorrência de escorregamentos e inundações/enchentes;
- b) Vulnerabilidade em relação às formas de uso e ocupação;
- c) Potencial do dano.

A probabilidade de ocorrência dos fenômenos de inundações/enchentes e de instabilidades do terreno, como os deslizamentos de terra, foi estimada a partir da identificação e análise de feições e características do terreno, indicadoras de maior ou menor grau de suscetibilidade, combinadas a observações sobre as formas de uso e ocupação do terreno. A vulnerabilidade do elemento em risco refere-se ao padrão construtivo das residências, qualidade da infraestrutura local e capacidade da população de enfrentar as situações de risco (INSTITUTO GEOLÓGICO, Op.Cit.).

O relatório destaca que não houve uma abordagem que inserisse o fator climático dentre aqueles atributos avaliados para a análise de risco, pelo caráter emergencial e simplificado do produto oferecido. Deste modo, não se considerou a probabilidade de ocorrência de eventos pluviais extremos potencialmente capazes de gerar grandes impactos na superfície, informação que poderia contribuir para uma caracterização mais precisa das áreas de risco ao longo do município. O clima também não compôs o rol de elementos capazes de influenciar a vulnerabilidade. Porém, áreas mais chuvosas, com histórico de episódios de chuva acumulada e elevada variabilidade pluvial, podem gerar um quadro de agravamento das situações de vulnerabilidade e risco. Embora o trabalho citado não tenha considerado o fator clima e suas especificidades temporais e espaciais, a metodologia que estabeleceu os graus de risco utilizados na setorização faz referência à chuva.

As pesquisas realizadas no âmbito do Instituto Geológico resultaram em outro trabalho sobre a temática dos riscos na área de estudo. Trata-se da tese da pesquisadora Tominaga (2007), que oferece importante contribuição com a *Avaliação de Metodologias de Análise de Risco a Escorregamentos: Aplicação de um Ensaio em Ubatuba, SP*. Com o subsídio de outros estudos (VARNES, 1984; EINSTEIN, 1988; AUGUSTO FILHO, 2001; NOGUEIRA, 2006 apud TOMINAGA, 2007), a autora considera as seguintes definições:

Perigo é a probabilidade de um fenômeno físico potencialmente danoso ocorrer dentro de um espaço e num determinado período de tempo; enquanto,

Risco é a possibilidade de ocorrência de danos em função do perigo e da vulnerabilidade dos elementos em questão.

Para a elaboração do mapa de risco a escorregamentos, o trabalho propõe a seguinte equação:

$$R = [P \times (V \times D)];$$

R = Risco; P = Perigo; V = Vulnerabilidade; e D = Dano Potencial.

O *Perigo* é definido em função da suscetibilidade a escorregamentos, do potencial de indução do uso do solo e da probabilidade de evento chuvoso associado à deflagração de processos de escorregamentos (TOMINAGA, Op. Cit.).

A metodologia de Tominaga (Op. Cit.) incorpora a informação climatológica enquanto atributo na análise do perigo e risco, fato que resulta de outros trabalhos interdisciplinares realizados anteriormente pela equipe do Instituto Geológico, tais como: Tominaga et al (2004; 2005), Tavares et al (2002; 2003; 2004; 2004b), Vedovello et al (2005), Ferreira et al (2005; 2007), dentre outros.

Alguns trabalhos associaram o clima às ocorrências de deslizamentos de terra, bem como ofereceram contribuições à discussão acerca do risco e vulnerabilidade, tais como: Cruz (1974), com *A Serra do Mar e o litoral na área de Caraguatatuba: contribuição à geomorfologia litorânea e tropical*, tratando do episódio catastrófico de 1967 com os deslizamentos nas encostas na Serra do Mar; Gonçalves (1992), discutindo a problemática em Salvador/BA; e Barbosa (2003), em Juiz de Fora/MG, todos realizando análise rítmica e fazendo associações aos deslizamentos de terra.

Outras abordagens também se diferenciam um pouco dessa sistemática aplicada pelos órgãos públicos nas análises de risco, mas que trazem contribuições a análise geográfica espacial integrada, como aquelas apresentadas por Mendonça et al (1999; 2005) e Santos et al (2005), sobre zoneamento ambiental, degradação, fragilidade e vulnerabilidade ambientais.

Com isso, a presente pesquisa buscou adotar as definições de risco e vulnerabilidade que pudessem melhor condizer com os princípios e as hipóteses da tese. Assim, resgatando os autores citados neste capítulo, nota-se que os conceitos são, em geral, convergentes quanto à idéia de risco, e divergentes na interpretação do significado de vulnerabilidade.

Apesar de algumas diferenças, os conceitos de risco tratados aqui demonstram agregar princípios semelhantes, que apontam para um mesmo sentido, como é possível notar compilando os significados apresentados pelos autores: o risco é uma condição potencial de ocorrência (CARVALHO E GALVÃO, 2006), uma probabilidade de ocorrer (BRASIL, 2004) um acidente (CARVALHO E GALVÃO, Op. Cit.), um efeito adverso (BRASIL, Op. Cit.), que acarreta em algum dano a uma população (CARVALHO E GALVÃO, Op. Cit.), pressupondo sempre uma perda (BRASIL, Op. Cit.).

Portanto, considera-se a conceituação anterior, de autoria múltipla e significado convergente, aquela que melhor traduz a idéia de risco tratada nesta tese. No entanto, incorpora-se também aquele sentido destacado por Veyret (2007), no qual o risco só existe para aquele sujeito ou população que o percebe como tal, que o percebe como uma ameaça ou um perigo ao qual estão continuamente expostos.

Em contrapartida, os conceitos de vulnerabilidade, dentre os autores citados, possuem diferentes definições, modos de interpretação e de representação nos estudos sobre a temática. Assim, a diversidade de compreensões do termo vulnerabilidade está diretamente relacionada aos múltiplos e variados aspectos considerados em cada conceituação. Além disso, há um fator que pode dificultar certa homogeneidade no entendimento e tratamento da vulnerabilidade: tal conceito, muitas vezes, confunde-se com outros, como suscetibilidade e fragilidade.

Diante do exposto, buscou-se aqui um conceito de vulnerabilidade que pudesse se adequar à abordagem proposta nesta pesquisa. Identificou-se ao menos um aspecto em comum entre as definições dos autores: todos consideram a vulnerabilidade um fator que compõe a análise de risco.

O conceito de vulnerabilidade tem, então, algumas interpretações assim sintetizadas: configura-se uma consequência dos inúmeros aspectos ao qual o meio está exposto (CARVALHO e GALVÃO, Op. Cit.); representa um estado determinado pelas condições físicas, sociais, econômicas e ambientais, as quais podem aumentar a suscetibilidade de uma comunidade ao impacto de eventos perigosos (ONU, 2004). De outro modo, o Ministério das Cidades (BRASIL, 2004) a considera como sendo o grau de perda para um dado elemento ou grupo dentro de uma área afetada por um processo.

A vulnerabilidade é uma consequência de algo, um estado determinado, uma situação, uma condição pré-estabelecida ou representa uma perda? Vulnerabilidade de quem e ao que?

Finalizando a discussão, considera-se que a vulnerabilidade deve ser entendida como algo que se configura em função daquele ou daquilo que está vulnerável frente às suas características. Neste sentido, a vulnerabilidade refere-se a algum elemento que, submetido a este *estado/situação*, pode ser conduzido às perdas e danos, o que salienta a conotação negativa inerente ao termo.

Portanto, a concepção adotada na tese compreende a vulnerabilidade, sua existência, identificação e compreensão, sempre em relação a algo ou a alguém em risco; em outras palavras, a vulnerabilidade tratada aqui só faz sentido quando analisada a partir de um determinado elemento, que varia temporal e espacialmente, e cujos atributos determinam o quanto pode estar vulnerável. No caso desta tese, o elemento em risco refere-se à população, exposta a possibilidade de sofrer consequências drásticas decorrentes dos desastres.

Desta forma, a vulnerabilidade pode ser vislumbrada por meio da identificação e análise qualitativa e quantitativa de diversos aspectos que a compõe, e que caracterizam uma determinada área e respectiva população. São aspectos que se referem, por exemplo, ao padrão construtivo das residências, a qualidade e a proteção da infraestrutura local, ou seja, a situação física das instalações, assim como define o Instituto Geológico (2006); aliados a fatores que podem ser considerar de ordem mais diretamente social, ligados à cultura, economia, política, educação, tecnologia e, sobretudo, a própria capacidade de enfrentamento das situações de risco pela população.

I. 4. MATERIAL E MÉTODOS

A estratégia metodológica empregada nesta tese se embasa nas teorias, conceitos e abordagens destacadas anteriormente. A metodologia consiste na identificação e análise das imbricações entre os ritmos do clima e os ritmos da urbanização na formação de riscos socioambientais em Ubatuba/SP.

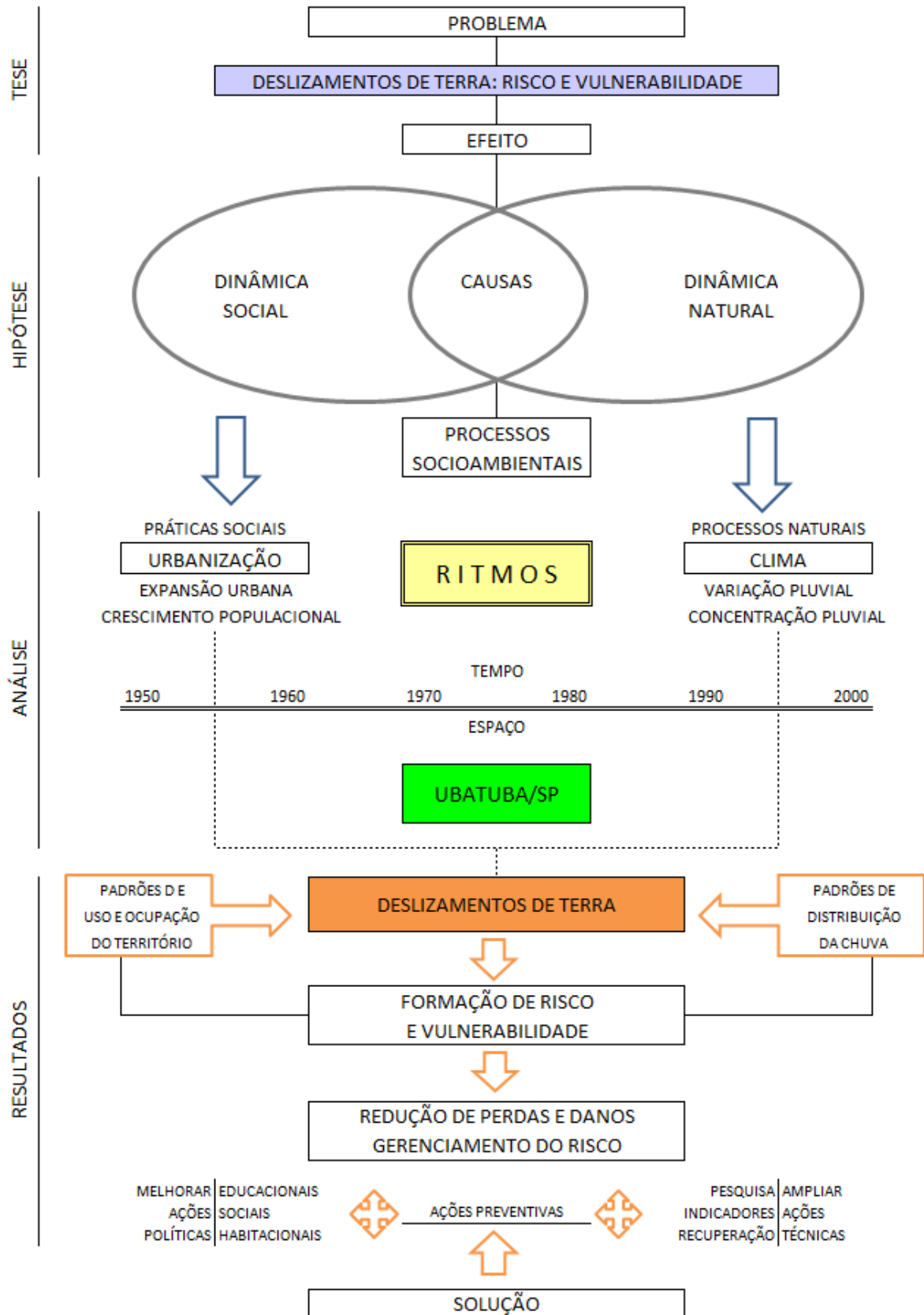
Os ritmos do clima são aferidos, sobretudo, por meio da análise da variação pluviométrica, considerando-se que a chuva é o elemento climático que mais interfere na vida dos habitantes e turistas do município, além de ser o fenômeno atmosférico responsável por deflagrar a maioria dos desastres naturais do tipo deslizamentos de terra.

Os ritmos da urbanização em Ubatuba/SP são analisados a partir de parâmetros que refletem a evolução da ocupação do município, ou seja, em levantamentos sobre a expansão urbana e o crescimento populacional ao longo das últimas décadas. Tratam-se dos dados disponíveis e quantificáveis sobre a área que podem representar, satisfatoriamente, um quadro da evolução das práticas sociais mais impactantes na transformação dessa porção do território.

Os riscos aqui tratados são aqueles relativos à ocorrência de desastres naturais do tipo deslizamento de terra na área estudada. Portanto, conta-se com os dados das ocorrências desses processos geodinâmicos no município, desde quando passaram a ser registrados de maneira sistematizada.

A concepção geral da tese está delineada na Figura 1, que representa uma tentativa de orientar o entendimento do contexto geral das etapas da pesquisa. Em seguida, são detalhados os materiais e métodos que serão utilizados na análise.

Figura 1.
Esboço metodológico da tese



O esboço metodológico traz, resumidamente, a concepção inicial da tese, que consiste em tratar de uma determinada problemática, cuja hipótese a concebe como efeito de uma relação, causada pelas imbricações das dinâmicas naturais e sociais que a regem, aqui consideradas processos socioambientais. A análise proposta é rítmica, aplicada aos elementos considerados mais interferentes na configuração do problema, que é gerado por processos sociais e naturais; destes, alguns aspectos são destacados e definidos sobre um determinado tempo – variável na análise em decorrência dos dados, e espaço – o município de Ubatuba/SP. Com isso, os resultados buscam apontar possíveis soluções para o problema, proporcionados pela verificação das hipóteses com a análise, e que representam, assim, o término do esquema lógico, elaborado com o intuito de abranger a totalidade da questão em pauta.

A evolução temporal dos fenômenos, estes que imprimem ritmos, que contém ritmos, assume papel fundamental na ritmanálise, ou análise rítmica, pois revelam as situações em que pode haver igualdade, diversidade, harmonia ou perturbação entre os ritmos. Neste sentido, a análise buscou estabelecer um período homogêneo o mais extenso possível e consistente nas séries temporais de dados climáticos e sociais. O período alcançado foi de 1971 a 1999, porém retroage à década de 1950 e se estende a 2007 na análise de alguns parâmetros. O detalhamento do segmento temporal exigiu agrupar os dados em períodos menores, por décadas, até atingir o nível diário, conforme procedimentos apresentados a seguir, na abordagem sobre o ritmo climático.

A análise da evolução espacial dos fenômenos se acopla à temporal oferecendo os elementos necessários ao entendimento dos ritmos e suas imbricações, bem como à abordagem socioambiental, permitindo observar como tais fenômenos variam e se diferenciam – ou

não – no tempo e espaço. Assim, a análise foi composta por dados espaciais que abrangem toda a área de estudo – o município de Ubatuba/SP (Figura 2) – que possui 682 km² e situa-se na porção mais setentrional do litoral norte paulista, estendida no sentido SW-NE entre as coordenadas 23° 10' e 23° 35' Latitude Sul e 44°43' e 45°15' Longitude Oeste, e onde a Serra do Mar corresponde a 82% da área.

A análise evolutiva do clima consistiu no tratamento estatístico de dados pluviométricos de quatro postos distribuídos pelo município (Tabela 1), privilegiando localizações com características diferentes:

Posto 1. Picinguaba – localizado no extremo setentrional;

Posto 2. Mato Dentro – na Serra do Mar, cota 220m;

Posto 3. Ubatuba – no centro da cidade;

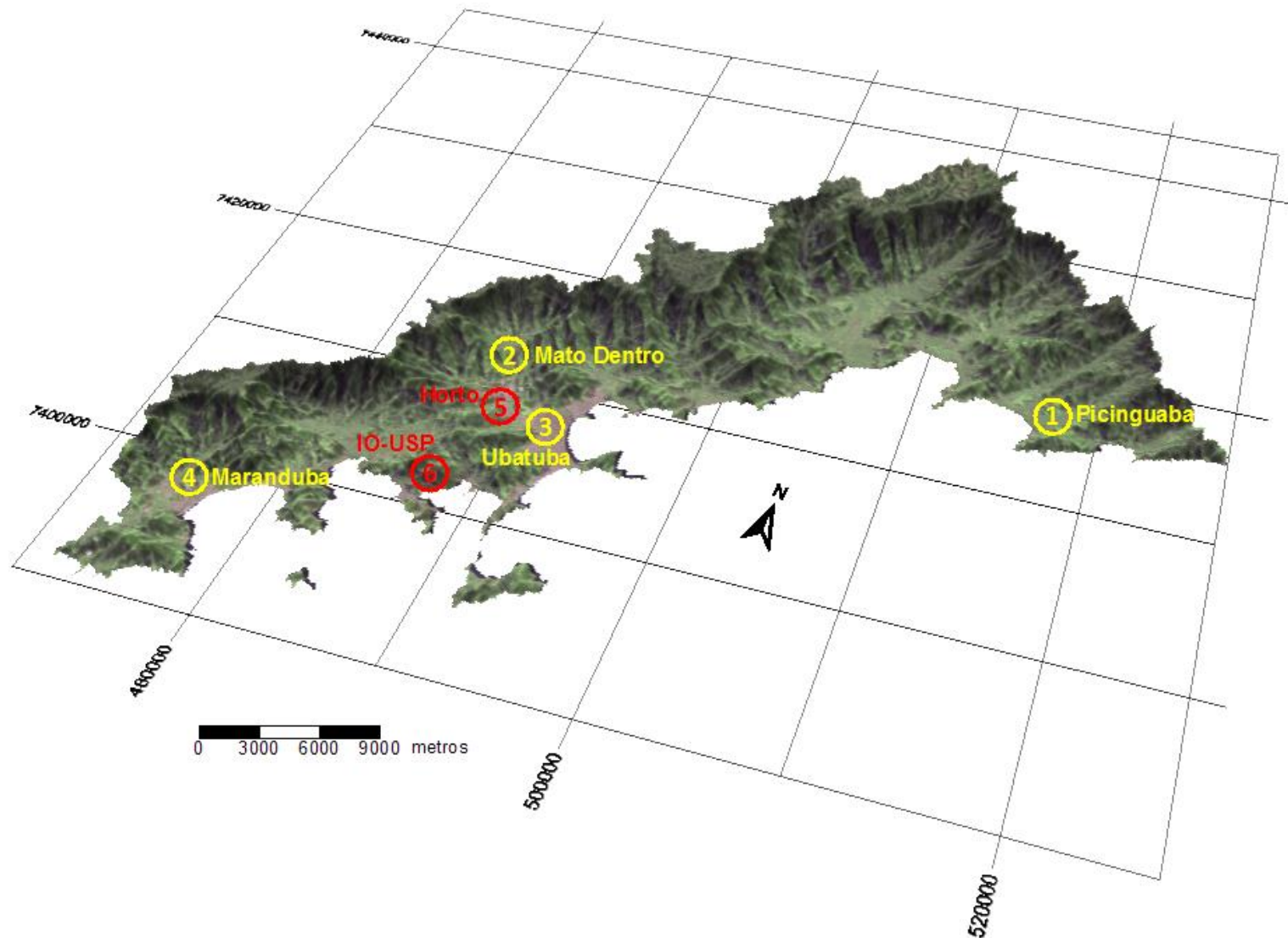
Posto 4. Maranduba – próximo à praia na porção sul.

A caracterização pluviométrica contou também com o auxílio de dados de duas estações meteorológicas (Instituto Agrônomo de Campinas, ligado à Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo – Posto 5; e Instituto Oceanográfico, da USP – Posto 6) para a análise de alguns parâmetros.

O detalhamento da caracterização pluviométrica regional considerou os estudos precedentes realizados pelo autor em parceria com outros pesquisadores e professores, tais como: Tavares et al (2002; 2003; 2004a; 2004b; 2007); Sant'Anna Neto et al (2003); Tominaga et al (2004; 2005; 2007); Souza et al (2005); Silva et al (2005); Ferreira et al (2005; 2007); Tavares e Armani (2006), entre outros.

Os parâmetros pluviais foram analisados nas escalas anual, sazonal, mensal e diária (24h e acumulada em 72h) para os postos 1, 2, 3 e 4.

Figura 2.
Ubatuba/SP: área de estudo, localização dos postos pluviométricos e estações meteorológicas



Fonte: Modelo digital de elevação do terreno elaborado por Rossini-Penteado, D. (FERREIRA et al, 2008)

Tabela 1.
Ubatuba/SP: localização dos postos pluviométricos, estações meteorológicas, e o período das séries de dados utilizados

N ^o	Posto	Latitude		Longitude		Nome do Posto	Alt. (m)	Período (anos)
		Geográfica	UTM	Geográfica	UTM			
1	E1-004	23° 23'S	7416,1	44° 50'W	517,9	Picinguaba	34	1951-1999
2	E2-009	23° 23'S	7414,6	45° 07'W	487,9	Mato Dentro	220	1961-1999
3	E2-052	23° 26'S	7408,5	45° 04'W	493,2	Ubatuba	1	1951-1999
4	E2-122	23° 32'S	7396,0	45° 14'W	476,2	Maranduba	10	1971-1999
5	IAC-SAA	23° 28'S	7410,3	45° 06'W	488,4	Horto	7	1971-1999
6	IO-USP	23° 30'S	7400,1	45° 07'W	487,9	IO/USP	27	1971-1999

O tratamento estatístico consistiu na realização dos cálculos de tendência central (média aritmética), de dispersão (desvios padrão e coeficientes de variação), e de probabilidade (tempo de recorrência ou período de retorno), conforme os seguintes parâmetros:

$$\bar{X} = \frac{\sum xi}{n} \quad s = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n}} \quad CV = \frac{s}{\bar{X}} * 100$$

(\bar{X}) média (S) desvio-padrão (CV) coeficientes de variação
(x) dados pluviométricos (n) número de observações.

Os cálculos do tempo de recorrência ou período de retorno foram realizados para chuvas acumuladas de 80, 100 e 120mm em 24 h, e 80, 100, 120 e 150mm em 72 h, consideradas indicadoras de deflagração de desastres (MACEDO et al, 1999; TAVARES et al, 2004a). Utilizou-se a equação de Chow-Gumbel (CHOW, 1953) para eventos extremos, conforme segue:

$$P(T) = \bar{P} + \sigma \cdot k(T)$$

(\bar{P}) média da amostra de eventos extremos

(σ) desvio-padrão desta amostra

(k) coeficiente de frequência de Gumbel,
em função do (T) período de retorno (anos), dado por:

$$k(T) = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left[0,577 + \ln \left(\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right) \right]$$

Para a caracterização sazonal da chuva foram considerados os seguintes períodos:

Verão - janeiro, fevereiro e março

Outono - abril, maio e junho

Inverno - julho, agosto e setembro

Primavera - outubro, novembro e dezembro

A distribuição espacial da chuva foi analisada a partir da elaboração de mapas de isoietas anuais, médias mensais e da média anual, utilizando-se do método krigagem, através do software SURFER. A base cartográfica utilizada para a produção dos mapas georeferenciados consistiu nas cartas topográficas 1:50.000 do IBGE. A confecção de gráficos e os tratamentos estatísticos foram realizados utilizando-se do pacote estatístico EXCEL. Foram elaborados painéis temporo-espaciais conforme proposta de Snytko (1976), articulando a representação da chuva no tempo e espaço.

Os critérios utilizados para a classificação de padrões anuais habituais e excepcionais ou extremos pluviais baseou-se em Sant'Anna Neto (1995) e nas aplicações de Tavares et al (2003; 2004a), adaptado também em nível sazonal e mensal, conforme segue:

$$\text{Padrão chuvoso} \geq (\bar{P} + \sigma)$$

$$\text{Padrão tendente a chuvoso} > \left(\bar{P} + \frac{1}{2}\sigma\right) < (\bar{P} + \sigma)$$

$$\text{Padrão habitual} = \left(\bar{P} \pm \frac{1}{2}\sigma\right)$$

$$\text{Padrão tendente a seco} < \left(\bar{P} - \frac{1}{2}\sigma\right) > (\bar{P} - \sigma)$$

$$\text{Padrão seco} \leq (\bar{P} - \sigma)$$

A variabilidade foi calculada a partir do coeficiente de variação mensal da chuva em cada posto, e posteriormente agrupados nos setores identificados como homogêneos. A classificação de grandeza foi estabelecida a partir da análise desse parâmetro para todo o litoral do Estado de São Paulo. Assim, a variabilidade pluvial mensal de Ubatuba/SP é vista no contexto de toda a zona costeira paulista, e não somente entre os dados de sua região (TAVARES, et al, 2003).

Os eventos pluviais extremos registrados no município para o período de 1951 a 1999, conforme as séries de dados disponíveis para os postos 1, 2, 3 e 4, foram analisados na perspectiva de evidenciar a frequência e sob quais totais pluviais ocorreram em cada período tratado, buscando dimensionar, espacial e temporalmente, possíveis mudanças ou permanências nos padrões de distribuição da chuva.

Assim, as séries de dados pluviais foram então subdivididas nos períodos:

1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-1999
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

A análise da chuva por períodos pode revelar padrões pluviais habituais ou excepcionais diferentes, suas possíveis mudanças e tendências que técnicas lineares podem mascarar, uma vez que o

fenômeno pluvial não é contínuo no tempo-espço. Assim, a investigação priorizou caracterizar a distribuição da chuva na última década do século passado frente às diferenças e semelhanças apresentadas pelas décadas anteriores nas situações pluviométricas extremas, destacando suas variações e o padrão predominante no tempo mais recente.

Neste sentido, foram realizadas análises nos níveis temporais diário, sequência de dias, mensal, trimestral, semestral e anual, a partir dos seguintes cálculos e representações:

Frequência mensal absoluta dos totais pluviais => 80 mm/dia;

Número máximo e médio de dias da sequência chuvosa por mês;

Totais pluviais máximos em 24 horas (mm);

Totais pluviais das sequências chuvosas de 1971-1999 (mm);

Frequência do número de dias das sequências chuvosas (1971-1999);

Frequência absoluta por década dos totais pluviais => 80 mm/dia;

Frequência do mês mais chuvoso por década;

Totais pluviais do mês mais chuvoso (mm) por década;

Frequência do mês com o maior número de dias com chuva;

Frequência e pluviosidade máxima absoluta do trimestre mais chuvoso e mais seco;

Frequência e pluviosidade máxima absoluta do semestre mais chuvoso e mais seco.

A análise pluvial trimestral contou com o agrupamento dos meses de forma combinada e sequencial no tempo, gerando 8 combinações de trimestre chuvoso, o que permitiu vislumbrar qual trimestre em qual década acumulou o maior volume de chuva.

O mesmo procedimento foi adotado para a análise semestral, gerando 7 combinações. As análises trimestrais e semestrais foram realizadas considerando o período homogêneo dos dados dos 4 postos tratados – 1971-1999. Todas as combinações citadas podem ser visualizadas nas tabelas apresentadas na Parte II desta tese.

Os resultados são apresentados na ordem da escala temporal abordada, do nível diário ao anual, distinguidos por períodos decenais (1971-1980; 1981-1990; 1991-1999). O último período possui apenas nove anos de dados, devido à desativação de dois postos pluviométricos no ano 2000, devendo ser observado na análise de dados absolutos e na relação com as décadas anteriores. O total pluvial igual ou superior a 80 mm foi utilizado como parâmetro de chuvas intensas em 24 horas.

O ritmo climático, analisado na perspectiva rítmica da distribuição espaço-temporal das chuvas, deve então destacar as situações mais extremas da série tratada, ou seja, as diferenças marcantes em uma sucessão de repetições. Com a identificação desses episódios excepcionais, aliados às datas das ocorrências de deslizamentos, parte-se para o detalhamento pluvial diário da(s) situação(ções) mais crítica(s), quando são utilizados como referência alguns trabalhos que realizaram a análise rítmica climatológica em Ubatuba/SP e a detecção dos sistemas atmosféricos atuantes. Os autores e períodos das análises rítmicas realizadas consultadas foram:

Monteiro (1973) – ano chuvoso - 1956;

Cruz (1974) – período chuvoso - novembro/1966 - março/1967;

Sant’Anna Neto (1990) – ano chuvoso/1983 e habitual/1981;

Roseghini (2007) – mês chuvoso – novembro/1996;

Brigatti (2008) – ano chuvoso/1997; totais anuais e mensais de passagens frontais entre 1988 e 2003; variação mensal dos elementos climáticos e da TSM no período de 1996 a 2003.

A análise da urbanização em Ubatuba/SP adota a concepção teórica da ritmanálise, e esta solicita a escolha daqueles aspectos que mais se destacam na transformação da paisagem pela sociedade, conforme os objetivos buscados pela tese. Deste modo, os aspectos relacionados à urbanização estão expressos na expansão urbana e no crescimento populacional do município, que estão contidos nas seguintes séries de dados e informações:

População (total) – 1950, 1960, 1970, 1980, 1990, 2000 e 2007 (SEADE, 2007; IBGE, 2007);

Crescimento populacional (%/década) – 1950, 1960, 1970, 1980, 1990 e 2000 (SEADE, 2007; IBGE, 2007);

Área total da mancha urbana (km²) – 1960, 1970, 1990, 2000 e 2007 (CARIDADE, 2009);

Crescimento da mancha urbana (km²/década) – 1960, 1970-1980, 1990 e 2000 (CARIDADE, 2009);

Domicílios (total) – 1970, 1980, 1990 e 2000 (IBGE, 2007);

Domicílios desocupados (%) - 1970, 1980, 1990 e 2000 (IBGE, 2007);

Tipo de uso e ocupação do solo urbano em setores de encosta em 2006 na escala 1:50.000 (FERREIRA et al, 2008);

Outros dados e elementos históricos obtidos em bibliografia.

Os dados espaciais e quantitativos da expansão da mancha urbana ao longo das últimas décadas foram obtidos a partir de estudo elaborado no INPE por Caridade (2009), que realizou processamento digital de imagens do satélite Landsat-5, de resolução espacial de 30 metros, por meio do software SPRING. O autor obteve mapas temáticos a partir de banco de dados do litoral norte, constatando a mancha urbana do município de Ubatuba/SP que se configurava nos anos de 1960, 1970, 1990, 2000 e 2007.

A abordagem das imbricações entre os ritmos do clima e da sociedade considerou a análise de dados dos anos de 1950 até a década de 2000 para os parâmetros possíveis, buscando assim identificar quem

é afetado, quando e como se configuram os processos de formação de riscos e de vulnerabilidade socioambiental em Ubatuba/SP.

A análise das imbricações dos ritmos na formação de risco e vulnerabilidade contou também com alguns levantamentos já existentes de vários aspectos da área, como mapeamentos realizados que resultaram de interpretações do conjunto de informações sobre as características geológicas, geotécnicas, geomorfológicas e de uso e ocupação do solo do município.

Os dados referentes às ocorrências de processos de movimentos gravitacionais de massa que causaram vítimas, ou expuseram a população de Ubatuba/SP às situações de risco, foram extraídos dos seguintes levantamentos:

Carta Geotécnica do Município de Ubatuba/SP (IG & IPT, 1992);

Cadastros de Eventos de Movimentos Gravitacionais de Massa (SANTORO, 2003);

Registros e bancos de dados do Plano Preventivo de Defesa Civil – PPDC;

Laudos e vistorias técnicas do Instituto Geológico (IG/SMA);

Registros de eventos da Defesa Civil Municipal de Ubatuba/SP (COMDEC);

Mapeamento de áreas de risco a escorregamentos e inundações em Ubatuba/SP (INSTITUTO GEOLÓGICO, 2006).

A análise associativa entre o ritmo pluvial e os deslizamentos de terra em Ubatuba/SP foi realizada para o período em que há registros sistematizados dos movimentos gravitacionais de massa ocorridos, ou seja, a partir de 1989. Portanto, essa análise considerou o período em que as séries de dados de chuva e deslizamentos são coexistentes – entre 1989 a 1999 – destacando-se, assim, as características desse fenômeno durante a década de 1990.

PARTE II. EMPIRIA E ANÁLISE



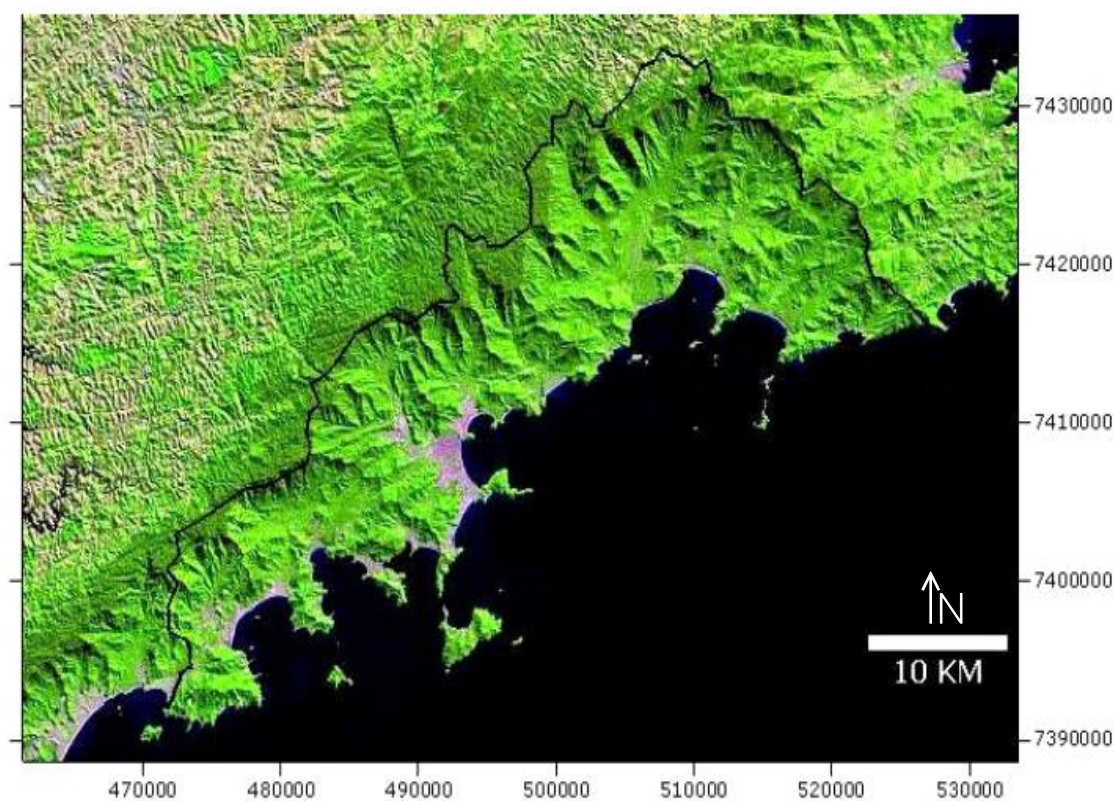
Morro – óleo/tela, Candido Portinari (1933)
Museum of Modern Art – New York/EUA

II. 1. AS DINÂMICAS DA NATUREZA E DA SOCIEDADE EM UBATUBA/SP: ASPECTOS GERAIS

A área de estudo (Figuras 2 e 3) – o município de Ubatuba/SP – é uma estância balneária de clima tropical úmido localizada no litoral norte do Estado de São Paulo, unidade da federação que concentra atualmente 31% do PIB do país e cerca de 42 milhões de habitantes, o que representa 21% da população brasileira (IBGE, 2007).

Figura 3.

Ubatuba/SP: localização geográfica e proeminência da Serra do Mar



Fonte: Imagem Landsat TM, 2002 (FERREIRA, 2006)

A área do município situa-se entre a linha de costa e Serra do Mar, que atinge altitudes superiores a 900m e declividade acima de 20%. Possui formas de dissecção muito intensas e elevado grau de fragilidade potencial, características que tornam essas áreas

naturalmente suscetíveis a processos de instabilização, como os deslizamentos de terra (TAVARES et al, 2004).

Entremeada pela Serra do Mar e maciços costeiros, com altitudes que variam até 20m e declividade menor que 2%, a estreita planície costeira assenta boa parte da população de 75.008 habitantes, 98% urbana, com taxa de crescimento de 4,82%/ano, sendo que apenas 30% são atendidos por sistema de esgotamento. A densidade populacional passou de 29,62 habitantes por Km², em 1975, para 114,28 habitantes/Km², em 2005 (IBGE, 2007).

Desde o período colonial Ubatuba/SP viveu fases de prosperidade e estagnação, à mercê dos ciclos do ouro e do café, mercadorias de alto valor que interessavam ao mercado internacional e dinamizavam a cidade com a atividade portuária. Com o escoamento da produção do planalto para outras cidades, como o Rio de Janeiro/RJ e Santos/SP, a cidade atravessou novo período de isolamento, só rompido com a abertura de novas rodovias na década de 1950. A partir daí o turismo se definiu na região, sobretudo na forma residencial, com a construção de residências secundárias. Com isso, a atividade turística daria o ensejo a um intenso processo de urbanização (SILVA, 1975) que se estende até hoje.

A cidade, comparada às demais das porções norte e central do litoral, está entre as mais restritivas à pressão do mercado imobiliário, limitando a verticalização e buscando conter a expansão de ocupação em núcleos *congelados*, além de tentar conter o avanço da mancha urbana sobre o Parque Estadual Serra do Mar, que ocupa 82% da área do município.

No entanto, são nas escarpas da Serra do Mar onde a população de baixa renda consegue se instalar e assim formar os chamados *assentamentos precários*, na realidade espaços de pobreza,

altamente suscetíveis aos processos de deslizamento de terra. Trata-se de áreas da borda ocidental do embasamento cristalino da América do Sul, soerguida no Pós-cretáceo – a Serra do Mar – que representa um processo ativo de escorregamentos costeiros com direcionamento geral NE-SW.

Na área de estudo se observa altitudes que variam de 800 a 1200 metros, e que significam uma barreira real aos ventos originários do sul do continente trazidos pela massa de ar Polar Atlântica, incrementando o efeito orográfico. Suas vertentes são muito inclinadas, abruptas e recortadas por sucessivas bacias hidrográficas. A extensão das escarpas varia em média de 3 a 5 km (Foto 1).

Foto 1.

Serra do Mar/SP: vista geral do relevo de escarpas em patamares descendentes a partir da escarpa frontal



Fonte: Acervo do Instituto Geológico (TOMINAGA, 2007)

Em resumo, o clima caracteriza-se como tropical úmido. A temperatura média anual varia de 20º a 24º C e a precipitação anual, de 1800 a 4000 mm. Precipitações intensas em 24 horas frequentemente ultrapassam o montante de 100 mm, o que representa um risco iminente de ocorrência de deslizamentos de terra (FERREIRA et al, 2007; INSTITUTO GEOLÓGICO, 2006; TAVARES et al, 2004).

O centro da cidade e as praias próximas são mais adensados, porém a ocupação se estende por outras praias, sendo mais de 70 no município, além de ilhas e cachoeiras neste trecho litorâneo tropical, conhecido pela beleza exuberante que fortalece cada vez sua vocação turística na atualidade.

As atividades ligadas ao turismo respondem hoje por cerca de 80% da economia do município de Ubatuba/SP. Mais de 50% dos domicílios é para uso ocasional (SEADE, 2006), ocupados na alta temporada durante o verão (em especial dezembro, janeiro e fevereiro), o que atesta o elevado número de população flutuante, que pode atingir 300.000/dia e 800.000 nos feriados de réveillon e carnaval, segundo dados da Prefeitura Municipal de Ubatuba/SP (2009), justamente o período mais chuvoso, quando ocorrem chuvas intensas com frequência. Assim, as práticas sociais imprimem um ritmo acelerado e crescente de ocupação e atividades em direção às praias no período de veraneio, representando uma das principais características dos ritmos sociais nessa área.

A costa litorânea é comandada pela direção das escarpas e seus esporões, que se desdobram em patamares, às vezes em morros residuais salientes. Nesta tipologia mista da costa litorânea pode-se observar no sentido NE-SW uma predominância de costas altas e maciças, com costões, mares agitados e pequenas praias-de-tombo. Já no sentido N-S, embora com uma menor extensão, observa-se a ocorrência de enseadas mais largas, com praias de declives suaves e

águas calmas. As encostas da Serra do Mar acompanham toda a porção norte do litoral paulista, caracteristicamente recortado e acidentado (Figura 3), o que possibilita o surgimento de centenas de praias ricas em mangues e restingas, alternadas por elevações costeiras conhecidas como maciços costeiros (AB'SABER, 2001).

Entre as praias de Maranduba, Massaguaçu e Caraguatatuba, alternam setores de sedimentação arenosa formando enseadas recurvas e pequenos setores de abrasão. Apresenta forte ocupação praieira nas planícies de restingas, desde o sopé da Serra do Mar e seus esporões até a faixa de praia. O litoral norte paulista, quente e úmido, assim como grande parte do litoral tropical brasileiro, possui atributos muito próprios, relacionados a componentes fisiográficos, ecológicos, climáticos e hidrológicos. Trata-se de uma delicada e estreita faixa de contato entre mar e terra, exposta à movimentação quase permanente dos ares costeiros, amenizadores do calor tropical. A tudo isso se acrescenta uma ecodinâmica particularmente rica, que desdobra o número de ecossistemas presentes na costa (AB'SABER, 2001).

Na *Contribuição à geomorfologia do litoral paulista*, Ab'Saber (1955) considera que pode-se dizer que na explicação da fachada atlântica de São Paulo, há um passado geológico mais remoto e um outro bem mais recente. O passado remoto liga-se aos fins do cretáceo e eocênico, quando se processaram os grandes falhamentos no Brasil Sudeste, responsáveis pela gênese das principais escarpas de falhas do Planalto Atlântico. O passado mais recente, localizado em pleno cenozóico e quaternário, está ligado aos relevos epicíclicos da zona costeira, balizados pelos baixos níveis e relacionados com a interferência dos movimentos epirogênicos e eustáticos.

Segundo Ab'Saber (1955), na região situada ao sul de Ubatuba/SP, onde as planícies costeiras são muito reduzidas, os terraços marinhos de 50-60 metros, constituem minúsculos maciços

isolados, promontórios dos esporões terminais da Serra do Mar, ou morros transformados em ilhas durante os últimos afogamentos de caráter eustático sofridos pela costa. Daí a dificuldade para estabelecimento de caminhos e rodovias em alguns trechos dessa acidentada linha de costa (AB'SABER, 1955).

O *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo* (ROSS e MOROZ, 1997) situa o município de Ubatuba/SP no Cinturão Orogênico do Atlântico, na morfoescultura das Escarpas da Serra do Mar e Morros Litorâneos.

Segundo o relatório do mapeamento de áreas de risco de Ubatuba/SP realizado pelo Instituto Geológico (2006), estas são compostas predominantemente por suítes graníticas sintectônicas de composição granodioríticas e graníticas, e por rochas arqueanas do Complexo Costeiro, como o charnoquito (IPT, 1981). As áreas em questão são marcadas por um relevo de denudação de topos aguçados, que alcançam altitudes superiores a 900 metros e as declividades predominantes são superiores a 20%. As formas de dissecação muito intensas destas áreas resultam num grau de fragilidade potencial muito alto. Nas planícies litorâneas as altitudes são baixas, variando entre 0 e 20 metros, com declividades menores que 2%. Entretanto, a fragilidade potencial destas áreas é muito alta (ROSS & MOROZ, 1997), pois são compostas por sedimentos arenosos e areno-argilosos inconsolidados, caracterizadas por estruturas de cordões de regressão em superfície, sujeitas a inundações periódicas, e com lençol freático pouco profundo (ROSS & MOROZ, 1997; IPT, 1981; INSTITUTO GEOLÓGICO, 2006).

As escarpas da Serra do Mar, pela elevada declividade e presença de condicionantes geológico-geotécnicos, climáticos e aqueles ligados à cobertura vegetal, são palco frequente de processos de instabilização, envolvendo desde o rastejo, quase imperceptível, dos horizontes superiores do solo, até grandes escorregamentos com

consequências, às vezes, catastróficas. Os vários tipos de instabilização verificados nessas escarpas podem ser classificados de diferentes formas, seja pelo tipo de material envolvido (solo; rocha), seja pelo tipo de movimento de massa (deslizamentos de terra, queda, rastejo), ou ainda pela velocidade com que os movimentos ocorrem (TAVARES et al., 2004).

O Litoral Paulista ocupa uma posição latitudinal que pode ser considerada palco do complexo jogo de atuações dos sistemas atmosféricos, uma vez que é nessa faixa de transição climática que ocorre o confronto entre os climas controlados pelos sistemas tropicais e extratropicais (polares), e os fenômenos frontais. Essa concepção foi demonstrada por Monteiro (1973), num dos principais trabalhos sobre os climas do Estado de São Paulo elaborados pelo autor, com base no estudo dos processos de dinâmica atmosférica, em que identificou três zonas climáticas no litoral paulista. Posteriormente, Sant'Anna Neto (1990) detalhou a caracterização climática do litoral paulista também por meio da análise rítmica, confirmando a configuração das zonas climáticas distintas, a saber:

Litoral Norte – território compreendido entre as Serras de Parati (limite São Paulo – Rio de Janeiro) e Juqueriquerê (Caraguatatuba/SP – São Sebastião/SP), controlado predominantemente por sistemas equatoriais e tropicais;

Litoral Central – localizado entre as Serras de Juqueriquerê e Itatins (sul de Peruíbe/SP), controlado alternadamente por sistemas tropicais e polares, configurando-se assim uma vasta área transacional;

Litoral Sul – da Serra de Itatins até a Ilha do Cardoso/SP, controlado pelos sistemas polares e tropicais (SANT'ANNA NETO, Op. Cit.).

Estes controles dinâmicos, homogêneos regionalmente, geram feições locais distintas, em função de suas interações com os fatores geográficos, como a altitude e a disposição espacial do relevo, a orientação das vertentes e a configuração da linha de costa, associados à direção predominante dos sistemas atmosféricos produtores de chuvas. Desta forma, as três grandes zonas climáticas, geneticamente estabelecidas em macroescala, estão hierarquicamente organizadas, permitindo o estabelecimento das unidades climáticas propriamente ditas, resultantes da combinação dos fatores geográficos e do regime pluvial, marcado pela elevada variabilidade temporal e espacial (SANT'ANNA NETO, Op. Cit.).

A classificação climática do Estado de São Paulo (MONTEIRO, 1973) destaca a porção norte da zona costeira como uma grande unidade regional, de clima tropical úmido, onde a Serra de Juqueriquerê representa o limite com o clima subtropical, esse com atuação mais significativa dos sistemas extratropicais. O autor identifica o predomínio dos sistemas equatoriais e tropicais no litoral norte, com uma participação de cerca de 30% a 40% menor do ar polar, comparado ao restante do litoral paulista. A posição da Serra do Mar, bem próxima à costa, é responsável pela acentuada pluviosidade, mesmo no inverno, decorrente do efeito orográfico.

A influência orográfica é exercida em relação à massa Tropical Atlântica que, embora nesta estação tenda à estabilidade e ao bom tempo, pode produzir pequenas chuvas na orla litorânea setentrional. Se os totais do período seco se colocam em torno dos 500 mm, na primavera e no verão eles ascendem consideravelmente, resultando na área totais anuais superiores a 2000 mm, com excedentes hídricos anuais que oscilam entre 800 a 1200 mm. Não se deve esquecer que o eixo reflexo da Frente Polar tem aí sua área de atuação por excelência e responde por uma significativa parcela das chuvas de primavera e verão.

Nos *anos secos*, de fraca atividade polar, o eixo reflexo dá a esta área certo destaque pelas chuvas que aí ocasiona (MONTEIRO, Op.Cit.).

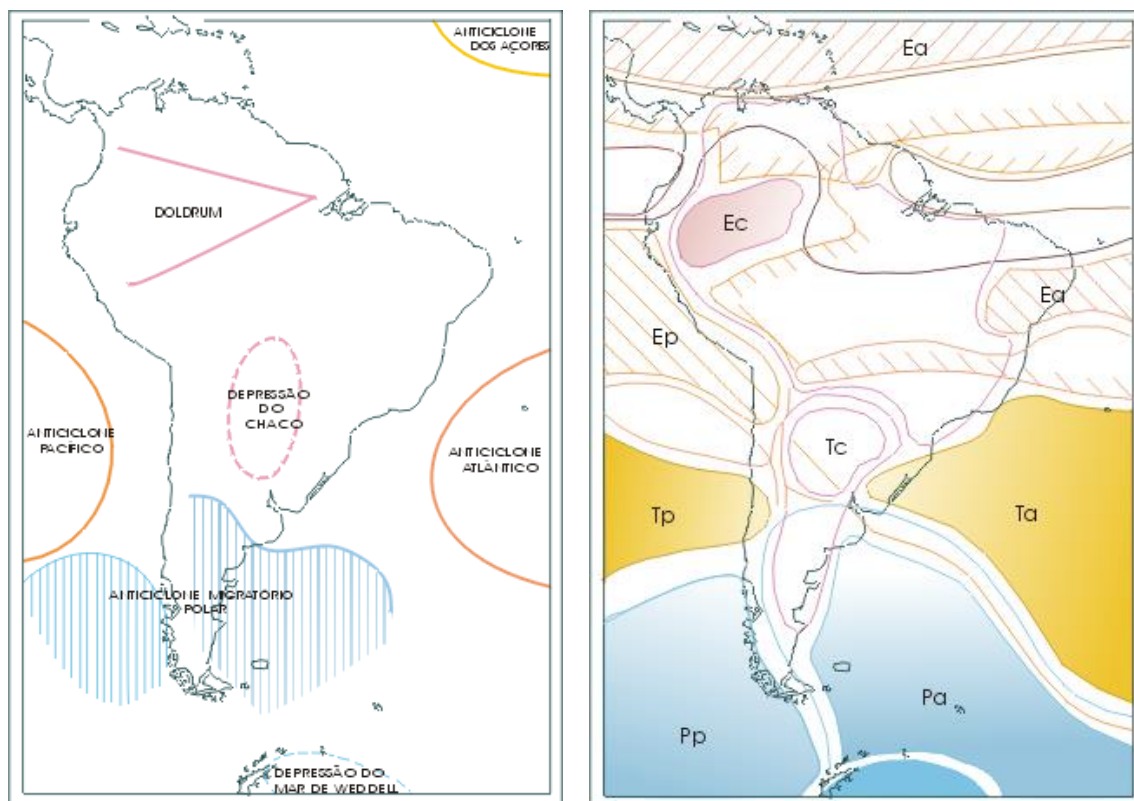
Segundo o *Plano de Manejo do Parque Estadual Serra do Mar-PESM* (INSTITUTO FLORESTAL, 2006), a área é constituída pela floresta ombrófila densa, assentada nas escarpas íngremes da Serra do Mar, apresentando na região mais de 117 espécies arbóreas, sendo cerca de 30% consideradas espécies raras. No total há cerca de 650 espécies de plantas na unidade, incluindo ervas, epífitas, lianas, arbustos e árvores. A costa norte apresenta-se com poucos remanescentes dos ambientes de restingas, sendo o Núcleo Picinguaba do PESM um dos únicos locais que o protegem no litoral norte. A manutenção bem conservada desses ambientes é atribuída ao isolamento econômico e geográfico passado na região. No entanto, suas bordas são as principais áreas que sofrem pressões por ocupação na atualidade.

II. 2. OS RITMOS DO CLIMA EM UBATUBA/SP: VARIABILIDADE PLUVIAL

O território paulista, mercê de sua posição e das combinações gerais dos fatores geográficos, é envolvido pelas principais correntes da circulação atmosférica da América do Sul. As massas Tropical Atlântica, Tropical Continental e Polar Atlântica são completadas pela Equatorial Continental, oriunda da Amazônia Ocidental (Figura 4). Este centro nevrálgico de choque de massa de ar alia-se à presença da faixa limítrofe entre duas grandes regiões climáticas da vertente atlântica da América do Sul. Justamente a transição entre o Brasil Meridional, permanentemente úmido, e o Brasil Central, com alternância de períodos seco e úmido bem definidos, encontra-se o Estado de São Paulo (MONTEIRO, 1973).

Figura 4.

América do Sul: principais centros de ação atmosférica e zonas habituais de domínio das massas de ar (MONTEIRO, 1973)



As zonas de domínio das massas de ar que atuam sobre a América do Sul variam conforme o posicionamento do sol, ou seja, de acordo com a estação do ano. O inverno brasileiro se caracteriza pelo fortalecimento do sistema atmosférico polar atlântico (Pa), que provoca queda de temperatura, principalmente nas regiões sul e sudeste. Durante o verão, verifica-se o contrário: o sistema polar atlântico (PA) se enfraquece, favorecendo o predomínio dos sistemas tropicais atlântico (Ta) e continental (Tc), e os sistemas equatorial atlântico (Ea) e continental (Ec). Os climas do Estado de São Paulo são definidos, sobretudo, em função da atuação dos sistemas polar atlântico (Pa) e tropical atlântico (Ta), sofrendo também influência dos sistemas continentais.

A Figura 5 apresenta a classificação das grandes regiões climáticas da América do Sul proposta por Monteiro (1973), que considera, justamente, o controle desses sistemas atmosféricos (massas de ar) sobre essa porção territorial. O autor identifica aquelas áreas onde predominam a atuação das chamadas correntes atmosféricas controladoras de sua circulação.

Nesse contexto, a diversidade climática do Estado de São Paulo está bem representada na classificação climática proposta por Monteiro (Op.Cit.), denominada pelo autor de *esquema representativo das feições climáticas individualizadas no território paulista, dentro das células climáticas regionais e das articulações destas nas faixas zonais* (Figura 6).

O importante trabalho de Sant'Anna Neto (1990) intitulado *Ritmo climático e a gênese das chuvas na zona costeira paulista* situa o município de Ubatuba/SP na zona climática denominada Litoral Norte, território compreendido entre as serras de Parati (limite dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro) e Juqueriquerê (Caraguatatuba/SP – São Sebastião/SP), controlado predominantemente por sistemas equatoriais

e tropicais. A atuação dos diferentes sistemas atmosféricos, conjugada as condições geográficas do local, como a disposição da serra, a brusca variação altimétrica - que reforça o efeito orográfico - e a presença de vales encaixados, favorecem a ocorrência de chuvas intensas na primavera-verão, principalmente ao longo do período mais chuvoso, de novembro a março.

Figura 5.

América do Sul: grandes regiões climáticas (MONTEIRO, 1973)

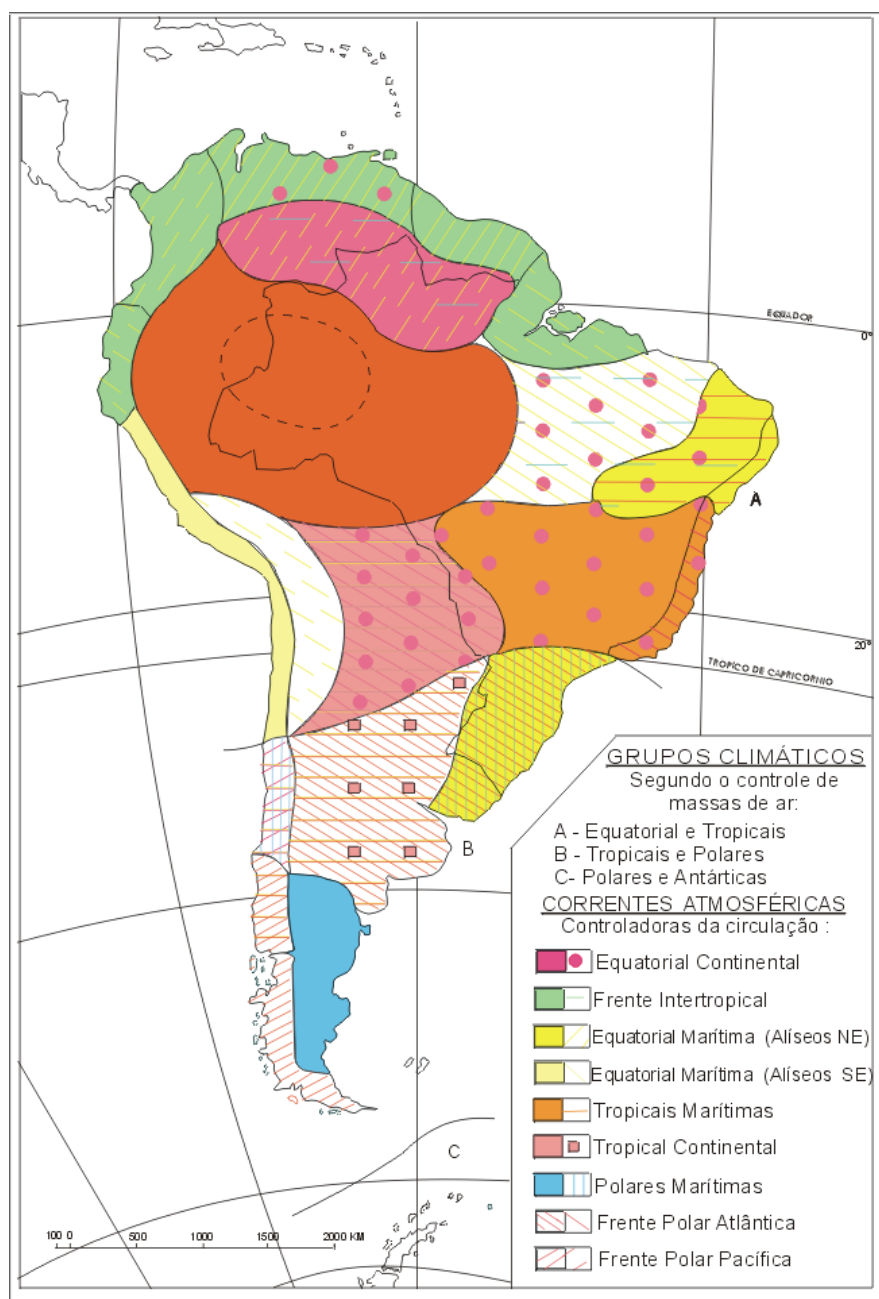
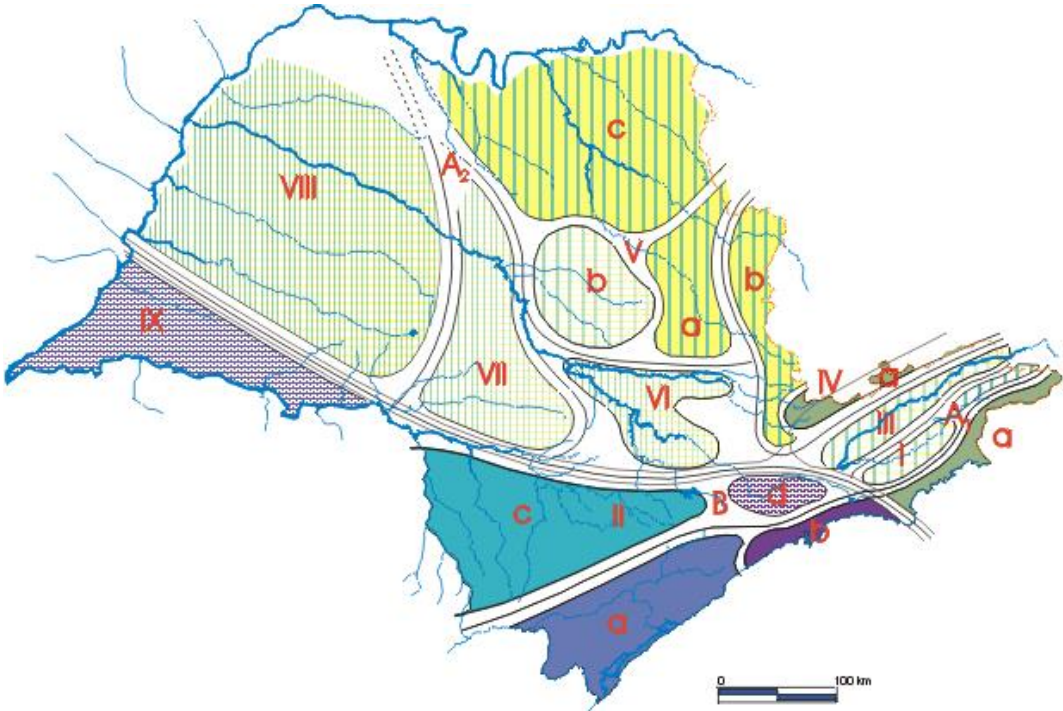


Figura 6.
 Estado de São Paulo: tipologia climática (MONTEIRO, 1973)

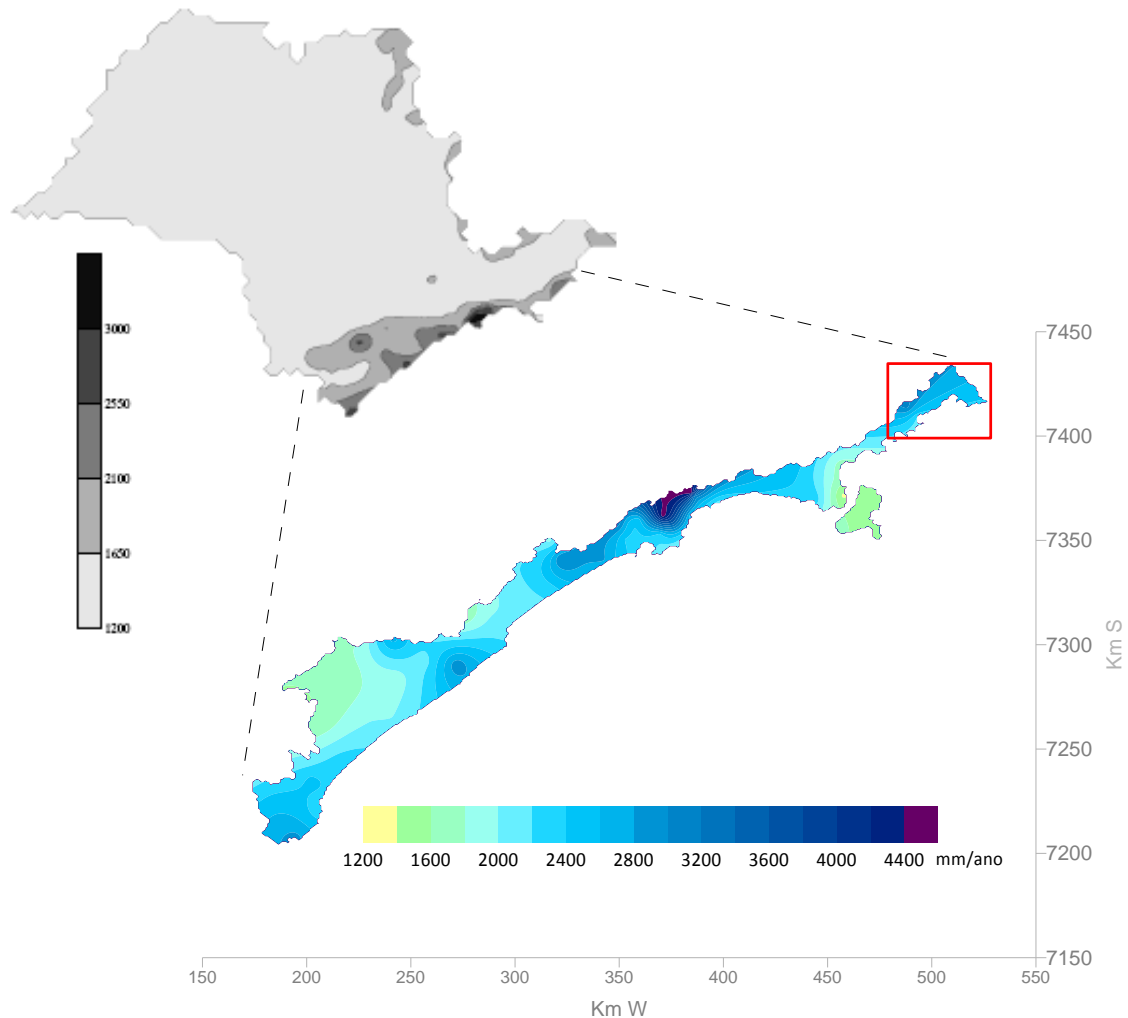


Climas Zonais		FEIÇÕES CLIMÁTICAS INDIVIDUALIZADAS NOS CLIMAS REGIONAIS, SEGUNDO AS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS					
		Litoral	Planalto Atlântico	Vale do Paraíba	Mantiqueira	Depressão	Planalto Ocidental
Controlados por massas equatoriais e tropicais	Climas úmidos das costas expostas às massas T_m A_1	I Norte	Bacia superior do Paraíba	III Vale do Paraíba	IV Serra (borda do Planalto)		
	Climas tropicais atenuadamente secos e úmidos A_2				Contrafortes	V Setor Norte VI "Percée" do Tietê	Norte Serra de São Carlos VII Serra de Botucatu VIII Oeste
Controlados por massas tropicais e polares	Climas úmidos da face oriental e sub-tropical dos continentes dominado por massa T_m B	Centro Sul	II Bacia Paulistana Bacia do Paranapanema				IX Sudoeste

A distribuição temporal e espacial da chuva ao longo da zona costeira paulista aponta parâmetros e indicadores espaciais do clima, da chuva e de suas excepcionalidades, que podem subsidiar projetos de políticas públicas, como aquele referente ao Sistema Integrador de Informações Geoambientais para o Litoral do Estado de São Paulo, aplicado ao Gerenciamento Costeiro – SIIGAL (SOUZA et al, 2005). No estudo realizado para a Zona Costeira Paulista foi utilizado série de dados pluviométricos anuais e mensais de 64 postos do DAEE/CTH distribuídos pela zona costeira paulista, para o segmento temporal de 1971-1999. Os resultados confirmaram a distribuição temporo-espacial desigual das chuvas ao longo do litoral (TAVARES et al, 2003; SANT’ANNA NETO et al, 2003), como pode ser visto na Figura 7. Articulada a pluviometria litorânea, a distribuição média anual da precipitação pluviométrica no Estado de São Paulo elaborada por Carvalho e Assad (2005), com o mapeamento de isoietas de série de dados de 1.027 postos pluviométricos abrangendo todo o Estado no período de 1957 a 1997. Os autores avaliaram diferentes métodos de interpolação geoestatística, elegendo a krigagem ordinária como mais eficiente.

A distribuição da chuva no Estado de São Paulo é marcada por uma faixa de alta precipitação pluviométrica no litoral, que segue ordem própria e discrepante as demais áreas. Isto se deve ao relevo da região, com a presença da Serra do Mar se dispondo mais ou menos paralelamente à linha da costa, concordante as vertentes a barlavento, lado de onde sopra o vento, mais expostas aos ventos úmidos, que geram a queda de precipitação do tipo orográfico ou de relevo. Nessa faixa litorânea mais úmida situa-se uma das porções mais chuvosas do Brasil, no trecho da Serra do Mar, entre Cubatão e Bertioga, onde se registram anualmente totais pluviais superiores a 3000 mm, volume similar encontrado somente na bacia amazônica.

Figura 7.
**Estado de São Paulo: pluviosidade média anual (CARVALHO e ASSAD, 2005) e
 detalhe da Zona Costeira Paulista (TAVARES et al, 2003)**



As porções norte (Litoral Norte) e central (Baixada Santista) do litoral paulista, onde a Serra do Mar se posiciona muito próximo à costa e a ocupação humana se estende ao longo de estreita planície costeira, são registradas chuvas intensas anualmente. O trecho em Cubatão foi área de estudo dos primeiros ensaios de correlação entre chuva e deslizamentos realizados no Brasil por Guidicini e Iwasa (1972) e Tatizana et al (1987).

Os trabalhos anteriores apontam que há diferenças climáticas entre as porções norte, central e sul do litoral paulista, que possuem certa homogeneidade do clima em cada trecho. No Litoral Norte Paulista, observa-se que a distribuição das chuvas ocorre de forma diferenciada entre os municípios que o compõe, como em estudo realizado com dados de dez postos pluviométricos distribuídos por Ubatuba, Caraguatatuba, São Sebastião e Ilhabela, onde o município de Ubatuba/SP se destacou como aquela porção mais chuvosa da área (TAVARES et al, 2003).

O detalhamento do comportamento pluvial da zona costeira norte mostra que o município de Ubatuba/SP, além de se destacar pelos totais pluviais mais elevados dessa porção, registra também o maior número de ocorrência de deslizamentos de terra (TAVARES et al, 2004).

A representação espacial das chuvas anuais no município de Ubatuba/SP (Figura 8) ressalta a influência do efeito orográfico em sua distribuição, destacada, sobretudo, pela influência dos dados representativos da Serra do Mar (posto pluviométrico Mato Dentro, a 220m de altitude). Os totais pluviais anuais neste trecho são, em média, 30% superiores aos apresentados nas áreas de planície. Outro destaque refere-se à elevada variabilidade pluvial entre os anos da série de dados. A espacialização dos dados pluviais anuais ressalta aqueles anos mais chuvosos – 1986, 1996 e 1998 – e os menos chuvosos – 1978 e 1984. Esse tipo de representação também revela que, em geral, há diferenciações na distribuição da chuva anual entre as porções norte e sul do município, que por se estender no sentido SO-NE, pode refletir o predomínio da atuação de sistemas atmosféricos distintos em determinados anos.

Os gráficos dos totais anuais, respectivos desvios positivos e negativos, média e tendência linear para os postos analisados (neste caso, os Postos 1, 2, 3, 4 e 5) são apresentados na Figura 9.

Figura 8.

Ubatuba/SP: distribuição espacial da chuva anual entre 1971 e 1999

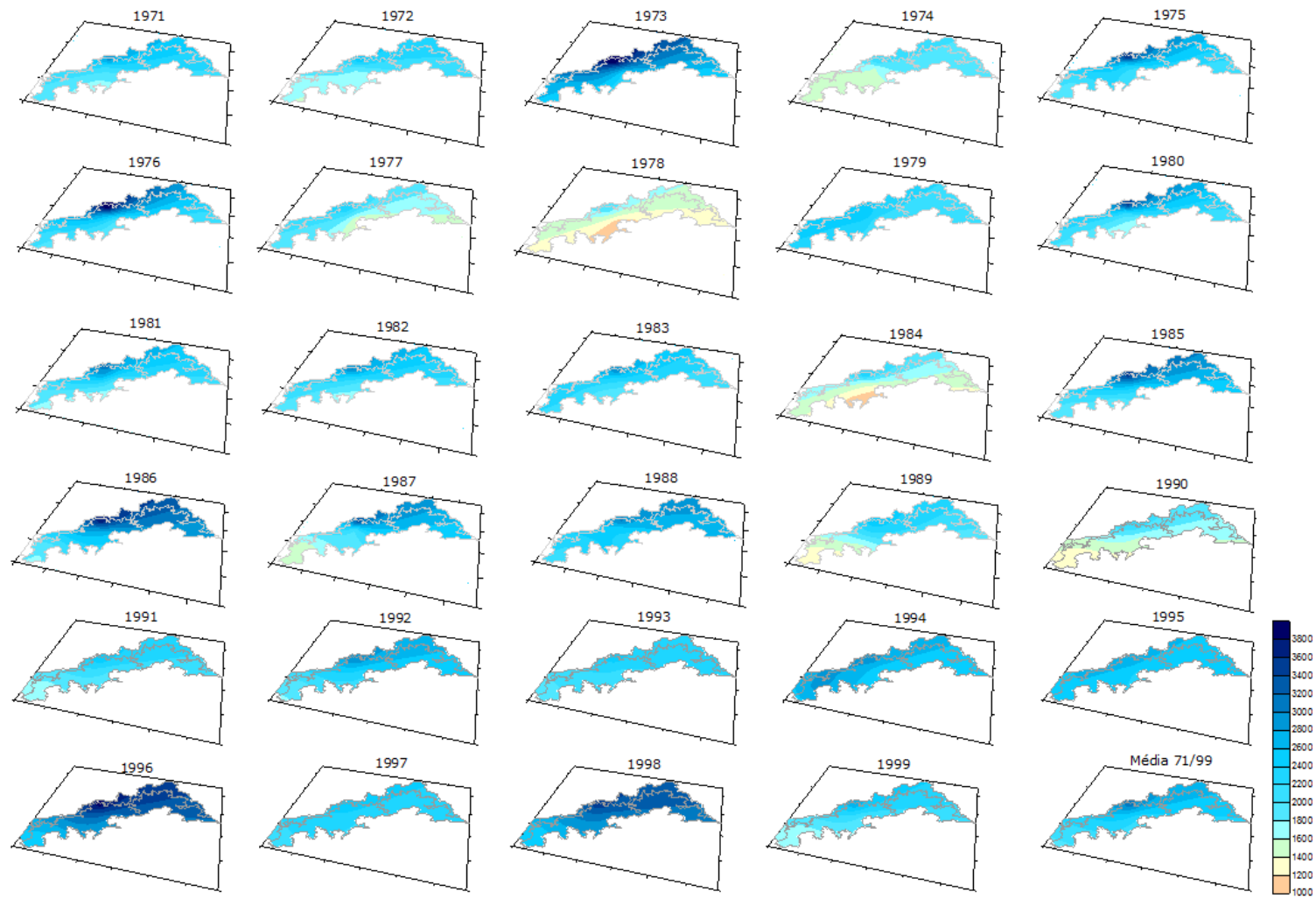


Figura 9.

Ubatuba/SP: distribuição pluvial anual, desvios positivos e negativos, média e tendência linear entre 1971 e 1999



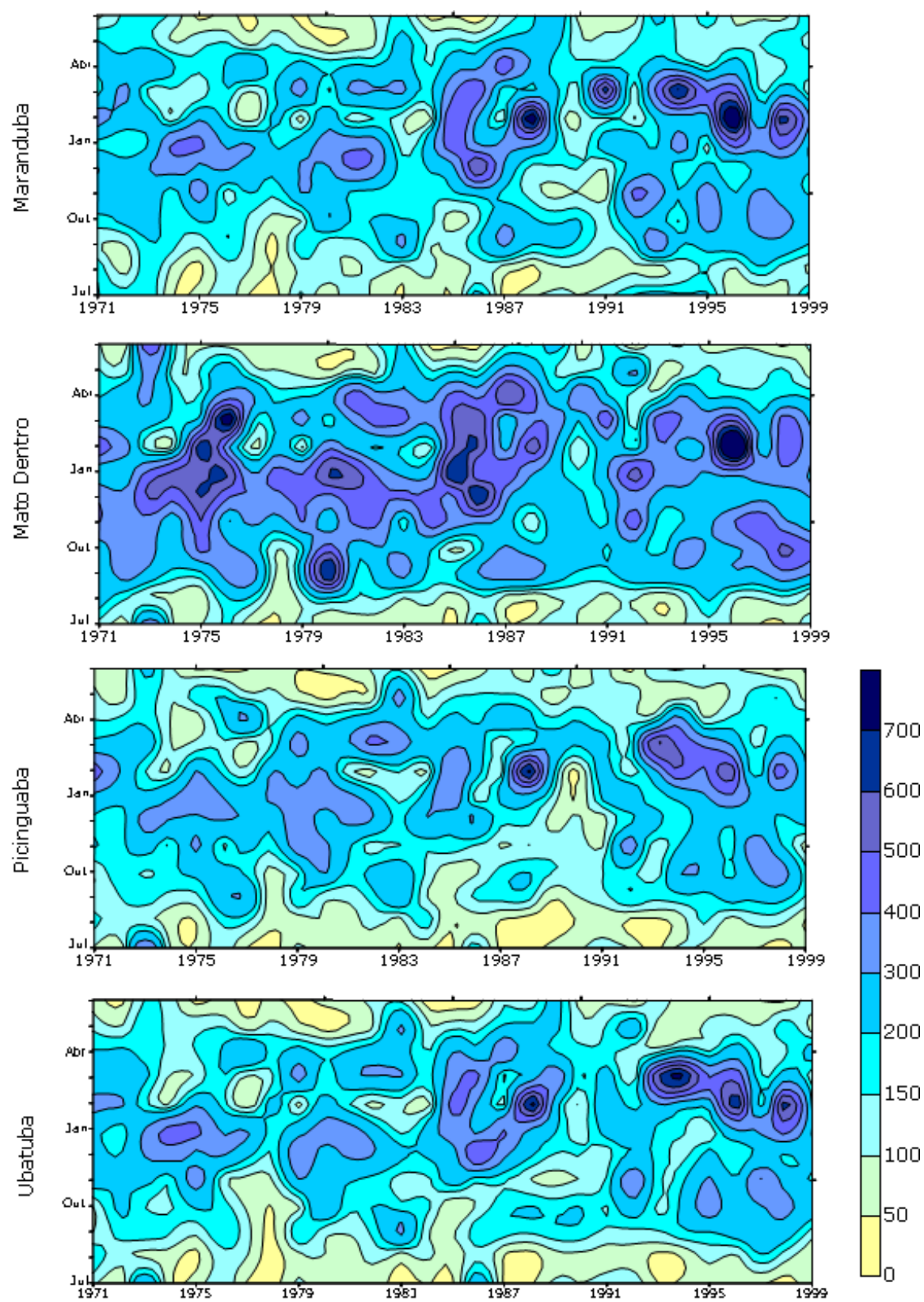
O ritmo da distribuição mensal da chuva no período estudado é representado pelos painéis temporo-espaciais dos totais pluviais mensais de cada ano, para os postos no período de 1971-1999, evitando apenas a utilização de valores anuais médios ou totais, permitindo assim que os episódios intensos de chuva não sejam *maskarados* pela normatização estatística (Figura 10).

Os painéis temporo-espaciais permitem visualizar as situações de pluviosidade extrema na região, foco de investigação, e a concentração da chuva entre os anos e as localidades. Verifica-se a configuração de núcleos de elevada precipitação entre os postos durante o verão, principalmente, a partir da segunda metade da década de 1980.

A análise conjunta dessas representações revela os resultados apresentados em seguida. Os anos considerados chuvosos, ou seja, aqueles com maiores valores pluviométricos ocorreram em 1973, 1976, 1986, 1996 e 1998. Em todos os anos houve desvios positivos de precipitação maiores que 20% na maioria dos postos. No ano de 1973 ocorreram chuvas que ultrapassaram em 35% os valores médios registrados no período. De forma geral, estes desvios ocorreram de forma homogênea por todo o município, demonstrando estarem ligados a fatores relacionados à escala regional.

Dentre os anos que apresentaram totais pluviais reduzidos, ou seja, aqueles considerados como *excepcionalmente secos*, destacaram-se 1978, 1984 e 1990. Novamente podem ser observados os efeitos da orografia na distribuição das precipitações, com valores os quais, mesmo sendo considerados abaixo da média do período, apresentaram-se superiores nos postos próximos a Serra do Mar, quando comparados àqueles localizados na planície.

Figura 10.
Ubatuba/SP: painéis temporo-espaciais da distribuição pluvial mensal entre 1971 e 1999



A variabilidade espacial da precipitação do ano de 1990 tem destaque, onde a porção central do município registrou valores mais elevados do que as porções norte e sul, fato que pode estar associado a mecanismos de ordem local, como as células de convecção e as trajetórias das correntes produtoras de chuvas.

Os anos que tiveram comportamento pluvial que pode ser considerado habitual foram 1971 e 1982. Nesses anos, nenhum dos postos apresentou valores que excederam o desvio padrão positivo ou negativo, além de apresentarem padrão de distribuição espacial muito próximo à média do período. Aliás, cabe destacar o período compreendido entre os anos de 1980 e 1983, como sendo representativo de um comportamento habitual, embora o ano de 1983, para o restante do Estado e parte da porção centro-sul do país, representou um dos anos mais chuvosos do século passado.

A Figura 10 também revela uma tendência de concentração pluvial e distribuição mais homogênea das chuvas nos últimos anos para o período analisado, com destaque para a pluviosidade dos bimestres outubro-novembro e fevereiro-março.

Mesmo tendo em vista a importância da orografia na diferenciação da distribuição da chuva nas áreas de planície e meia encosta, o fator decisivo na gênese das chuvas ainda é atribuído às perturbações frontais. Os avanços frontais também podem ganhar o reforço da Zona de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS, um sistema atmosférico caracterizado por uma extensa faixa e bandas de nuvens, que se estende desde a Amazônia, atravessa o Brasil Central e o Sudeste até atingir o Atlântico. O fenômeno se configura em alguns anos e pode desempenhar significativo papel no incremento pluvial nessa porção do território, promovendo chuva contínua e acumulada elevada, que se constitui no elemento de maior potencial deflagrador dos deslizamentos de terra e inundações.

A distribuição sazonal média das chuvas em Ubatuba/SP aponta o verão como a estação mais chuvosa do ano em todos os postos pluviométricos analisados, com totais pluviais médios que variam entre 750 a 1100 mm, sendo responsável por aproximadamente 36% da pluviosidade anual. Assim como na distribuição média anual, as áreas mais chuvosas são aquelas próximas às escarpas da Serra do Mar (Mato Dentro). No outono, a área recebe aproximadamente 19% da pluviosidade anual, com totais de chuva que variam entre 350 a 550 mm. Neste caso, verifica-se também a influência da morfologia do relevo, representada pela elevada precipitação no posto Mato Dentro.

A estação compreendida entre os meses julho, agosto e setembro – o inverno – registrou totais pluviais médios inferiores a 500 mm, representando em média 16% do total da pluviosidade média anual. Portanto, verificou-se apenas uma redução da precipitação das chuvas nesta época do ano, não configurando a existência de uma estação seca invernal.

A distribuição das chuvas na primavera demonstra que esta é a segunda estação com maior concentração pluvial no ano. Cerca de 30% do total médio anual, entre 600 e 950 mm, são descarregados nos meses outubro, novembro e dezembro.

A atuação dos diferentes sistemas atmosféricos, conjugada às condições geográficas de Ubatuba/SP, como a disposição da serra, a brusca variação altimétrica - que reforça o efeito orográfico - e a presença de vales encaixados favorecem a ocorrência de chuvas intensas na primavera-verão, principalmente ao longo do período mais chuvoso, de novembro a março.

Em Ubatuba/SP não se pode identificar propriamente a existência de anos secos, ou secas, mas sim períodos menos chuvosos, embora se adote a nomenclatura para compor a técnica utilizada na

análise da variabilidade pluvial anual e sazonal, apresentada a seguir. O mapeamento digital do balanço hídrico climatológico do município de Ubatuba/SP, realizado por Armani et al (2007), comprova a inexistência de déficit hídrico nesta porção do território paulista, reconhecidamente chuvosa e que se enquadra perfeitamente ao tipo climático a ela atribuída: *Tropical Úmido*.

A classificação dos padrões de distribuição das chuvas anuais nos postos analisados é apresentada na Tabela 2. Os anos considerados chuvosos ou extremos pluviais confirmam as representações anteriores, destacando-se mais uma vez os anos de 1973, 1986, 1996 e 1998 como aqueles que tiveram os maiores desvios positivos de precipitação, que são superiores a 20% na maioria dos postos.

Em todos os anos citados também foram identificados pela National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, 2005) episódios de anomalias no Pacífico Sul, sejam positivas (El Niño) ou negativas (La Niña). Contudo, não seguem uma regra de correlação direta entre um ou outro na determinação dos anos mais chuvosos, conforme segue:

1973 – transição de El Niño/La Niña fortes;

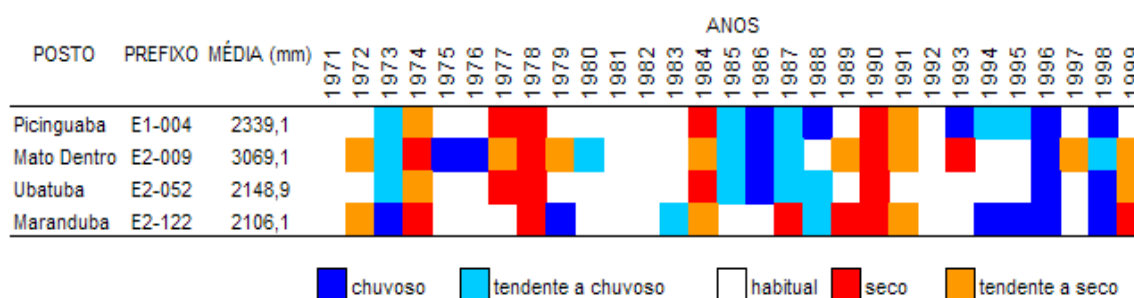
1986 – El Niño moderado;

1996 – La Niña com intensidade fraca;

1998 – transição de El Niño forte/La Niña moderada.

Tabela 2.

Ubatuba/SP: variabilidade anual dos padrões pluviais



Da mesma forma, aqueles anos que tiveram totais pluviais reduzidos, ou considerados secos, também registraram anomalias no Pacífico Sul, conforme segue:

1974 – La Niña forte;

1977-1978 – El Niño de intensidade fraca;

1984 – La Niña com intensidade fraca;

1990-1991 – El Niño forte.

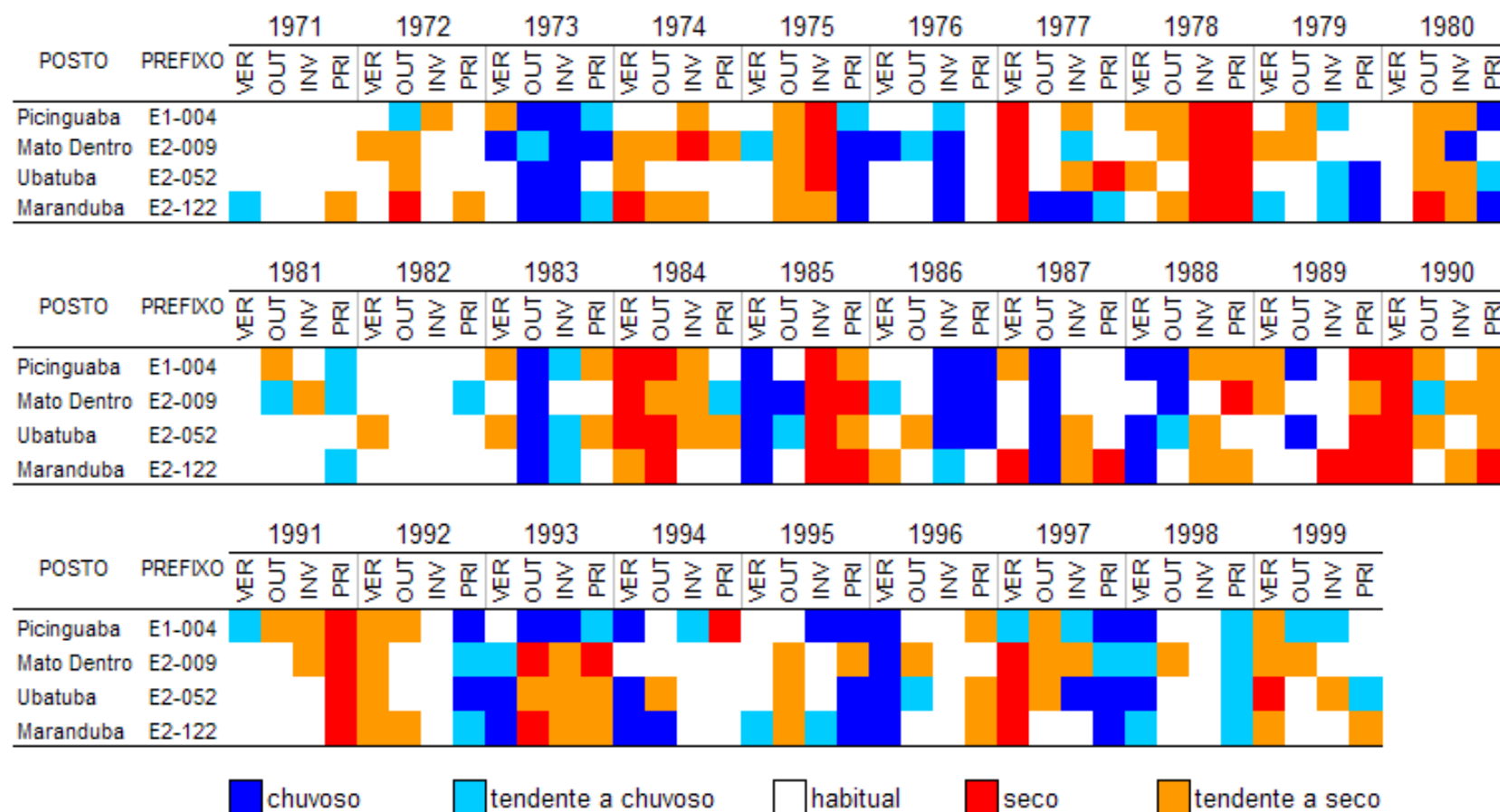
Destacam-se os efeitos da orografia na distribuição da chuva, com valores os quais, mesmo sendo considerados abaixo da média do período, apresentaram-se superiores nos postos Picinguaba e Mato Dentro, na Serra do Mar, quando comparados àqueles localizados na planície urbanizada.

Os anos classificados como tendente a chuvoso ou tendente a seco devem ser considerados como um apoio estatístico para diferenciá-los daqueles que apresentaram totais pluviais anuais mais próximos da média. Contudo, representam variações que podem ser consideradas *normais* ou habituais para o clima da região. Desta forma, a Tabela 2 busca destacar, sobretudo, os extremos pluviais representados na legenda por chuvoso e seco, sendo que os tendentes e habituais juntos predominam no período analisado. Esse tipo de representação também pode auxiliar a visualização de possíveis ciclos climáticos.

A variabilidade sazonal da chuva, detalhando a distribuição pluvial em Ubatuba/SP e indicando a participação das estações na definição das situações extremas e diferentes do ritmo são apresentadas na Tabela 3. A representação destaca as manifestações excepcionais da chuva sazonal ao longo dos anos analisados e entre os postos, facilitando a escolha daquelas situações mais críticas quanto aos extremos climáticos.

Tabela 3.

Ubatuba/SP: variabilidade sazonal dos padrões pluviiais



A análise mensal prosseguiu com a definição da variabilidade pluvial nos diferentes setores do município. Outro indicador climatológico importante para a análise de risco refere-se ao tempo de retorno das chuvas intensas, calculado com base nos totais pluviais considerados pela Defesa Civil como limites potenciais de deflagração de desastres.

A Tabela 4 apresenta a classificação da área analisada quanto à variabilidade pluvial mensal, o tempo de retorno de precipitação máxima acumulada em 24 horas e o tempo de retorno de precipitação máxima acumulada em 3 dias para os setores da Serra do Mar (representado pelo posto Mato Dentro), Picinguaba (porção extremo norte do município) e o restante da área, denominada Ubatuba.

As áreas que apresentam alta variabilidade pluviométrica, em tese, estão mais sujeitas a esses riscos, uma vez que a previsibilidade do fenômeno pluvial e sua repercussão no espaço geográfico estão menos sujeitas a acertos. As séries de dados de elevada variabilidade registraram o maior número de eventos chuvosos críticos ou extremos que deflagraram os movimentos de massa, aumentando a probabilidade de ocorrência desses processos sob essa condição (TAVARES et al, 2004).

A síntese dos parâmetros anteriormente analisados é apresentada nas Tabelas 5 e 6, assim como o detalhamento mensal do comportamento pluvial extremo. As Tabelas trazem uma interpretação dos dados classificados em unidades, derivadas do trabalho de Tavares et al (2003). A unidade Picinguaba representa os dados do posto Picinguaba (E1-004); a unidade *Serra do Mar* é caracterizada pelo posto Mato Dentro (E2-009); e a unidade *Ubatuba* resulta da análise conjunta dos dados dos postos Ubatuba (E2-052) e Maranduba (E2-122), que apresentaram parâmetros pluviais similares.

Ubatuba/SP: variabilidade pluvial mensal e tempo de retorno de chuvas extremas

[illegible]

Tabela 5.
Ubatuba/SP: síntese dos indicadores de pluviosidade

IDENTIFICAÇÃO					INDICADORES DE PLUVIOSIDADE									
Zona	Unidades			Clima	Padrão Anual (mm)			Volume	Índice de Variabilidade	Probabilidade de Ocorrência Anual				
					Mínimo	Habitual	Máximo	Anual	(verão)	120mm	100mm	120mm	100mm	80mm
	3 dias	3 dias	1 dia		1 dia	1 dia								
Litoral Norte	A	1	Serra do Mar	IA	<2500	>3000	>3650	MA	A	MA	MA	MA	MA	MA
	B	1	Picinguaba	IB1	<1850	2300-2400	>2800	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA
		2	Ubatuba	IB2	<1750	2050-2200	>2500	A	A	MA	MA	MA	MA	MA

Litoral Norte	I	Clima Tropical Úmido	Muito Alto	MA	>3000mm	MA	>70%	Muito alta	MA	até 1 ano
			Alto	A	2000-3000mm	A	55,1-70%	Alta	A	1,1 a 5 anos
A		Serra/Planalto	Médio	M	>1500<2000mm	M	40-55%	Média	M	5,1 a 10 anos
B		Planície/Baixa Média Encosta	Baixo	B	<1500mm	B	<40%	Baixa	B	> 10 anos

Tabela 6.
Ubatuba/SP: síntese dos indicadores de pluviosidade máxima por período

IDENTIFICAÇÃO			PLUVIOSIDADE MÁXIMA POR PERÍODO								
Zona	Unidade	Clima	Semestre	Trimestre	Mês					Dia	
					volume	frequência	nº dias	Sequência Chuvosa		total/mm	data
								> volume	> duração		
Litoral Norte	Serra do Mar	IA	Nov-Abr	Dez-Fev	Jan	Jan/Mar	Jan	Jan	Jan	500,0	15/9/1980
	Picinguaba	IB1	Nov-Abr	Jan-Mar	Jan	Fev	Dez/Jan	Fev	Fev/Mar	359,4	12/2/1996
	Ubatuba	IB2	Nov-Abr	Jan-Mar	Fev/Mar	Jan/Fev	Dez	Fev	Fev	410,0*	9/2/1988

* posto Maranduba (E2-122)

Para investigar se está ocorrendo um aumento da frequência e intensidade de episódios pluviais concentrados nos últimos anos, com totais diários de chuva maiores e recorrentes em determinados meses, e que representam situações de vulnerabilidade da população e exposição ao risco, buscou-se detalhar o segmento temporal da série de dados em períodos de décadas.

Os resultados são apresentados na ordem de escala temporal abordada, do nível diário ao anual, distinguidos por períodos decenais.

A Tabela 7 apresenta a distribuição mensal da frequência absoluta dos totais pluviais iguais ou acima de 80 mm em 24 horas, no decorrer das três décadas.

Nota-se claramente que o período de 1971-1980 (Anos 70) apresentou menor frequência de episódios de chuvas diárias elevadas comparativamente às décadas posteriores, apesar do posto Mato Dentro se destacar com 16 registros sob esse volume pluvial. As maiores frequências se concentraram entre dezembro e janeiro.

Tabela 7.

Ubatuba/SP: distribuição mensal da frequência absoluta dos totais pluviais ≥ 80 mm/dia

Anos 70	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
Picinguaba	0	1	2	3	2	0	0	1	0	0	0	0
Mato Dentro	2	4	7	16	6	5	4	2	0	4	1	5
Ubatuba	1	0	3	7	4	1	3	0	1	1	1	0
Maranduba	2	2	2	3	5	4	2	0	1	2	0	2
Anos 80	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
Picinguaba	1	0	6	5	9	5	9	0	2	2	0	1
Mato Dentro	3	6	8	10	9	7	13	2	1	1	1	2
Ubatuba	4	1	8	5	5	4	4	1	1	2	0	0
Maranduba	0	0	4	3	2	4	1	0	2	1	0	1
Anos 90	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
Picinguaba	3	8	3	10	6	8	3	2	2	1	1	1
Mato Dentro	2	4	3	5	7	8	1	3	2	0	0	5
Ubatuba	0	2	2	3	6	6	2	1	0	0	0	0
Maranduba	0	2	1	3	9	7	2	1	1	2	0	0

A partir dos anos 1980 e, sobretudo, nos anos 90, observa-se uma tendência de maior concentração de episódios pluviais iguais ou superiores a 80 mm/24 horas em janeiro–fevereiro–março, apresentando queda entre abril e agosto.

Destaca-se também o aumento do número desses episódios em Maranduba e Picinguaba, esta com chuva concentrada desde novembro na última década analisada.

Nesta análise, a década de 1980 (1981-1990) se destaca pela maior frequência nos episódios de chuva igual ou superior a 80 mm. Contudo, cabe ressaltar novamente que o período considerado *anos 90* na análise compreendeu nove anos de dados (1991-1999), enquanto as décadas anteriores, séries completas de 10 anos.

No geral, pode-se notar uma diminuição na ocorrência de episódios pluviais intensos na última década (1991-1999) no posto Mato Dentro em comparação à década de 1980, como também apresenta a próxima Figura.

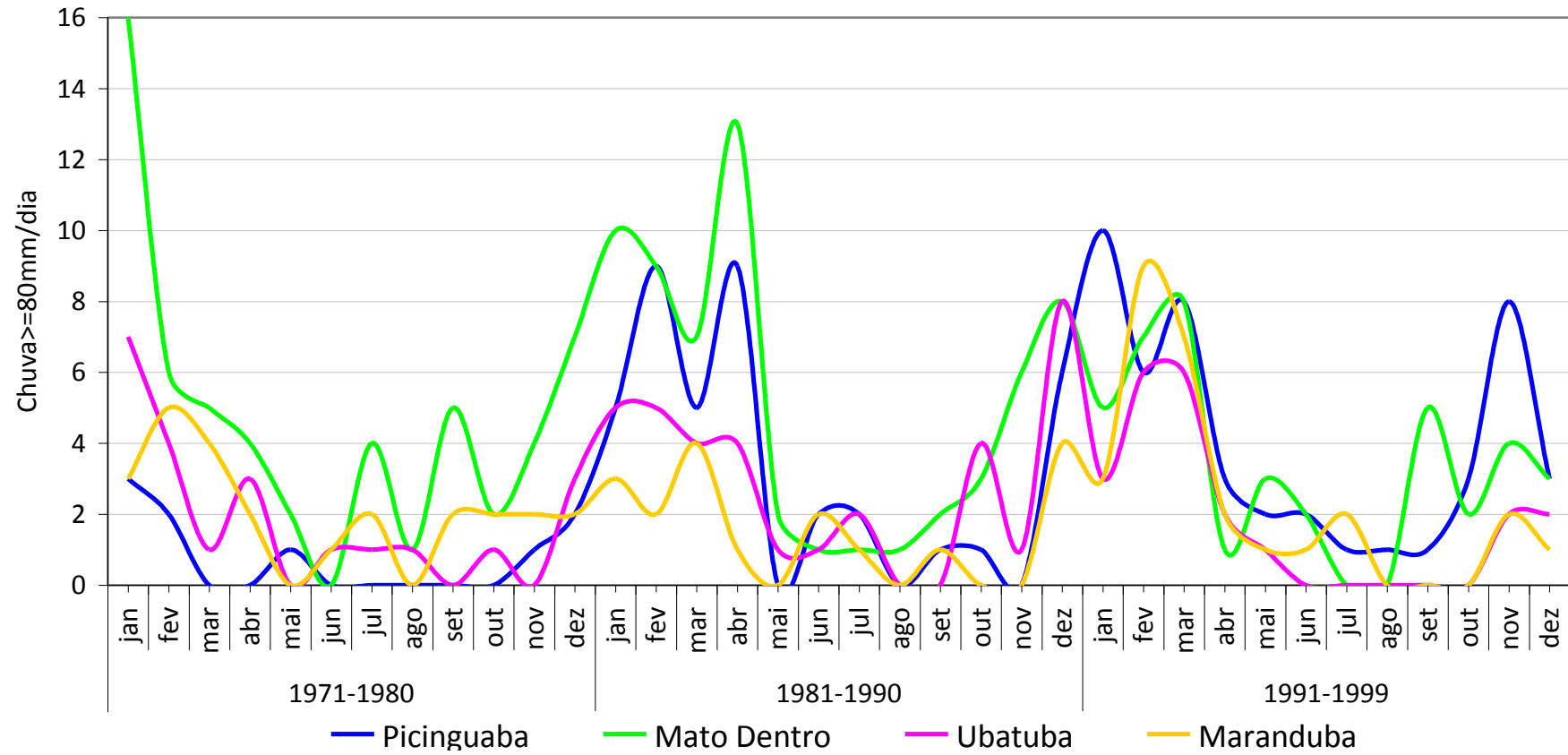
A Figura 11 apresenta graficamente os mesmos dados, ou seja, a distribuição mensal da frequência absoluta dos totais pluviais iguais ou acima de 80 mm em 24 horas no decorrer das três décadas.

Nota-se que no período de 1971-1980 havia uma dispersão maior entre os meses na ocorrência de chuvas intensas nas localidades.

A partir dos anos 1980 (1981-1990) e, sobretudo nos anos 1990 (1991-1999), observa-se uma tendência de maior concentração de ocorrências em janeiro-fevereiro-março, apresentando queda de abril a agosto.

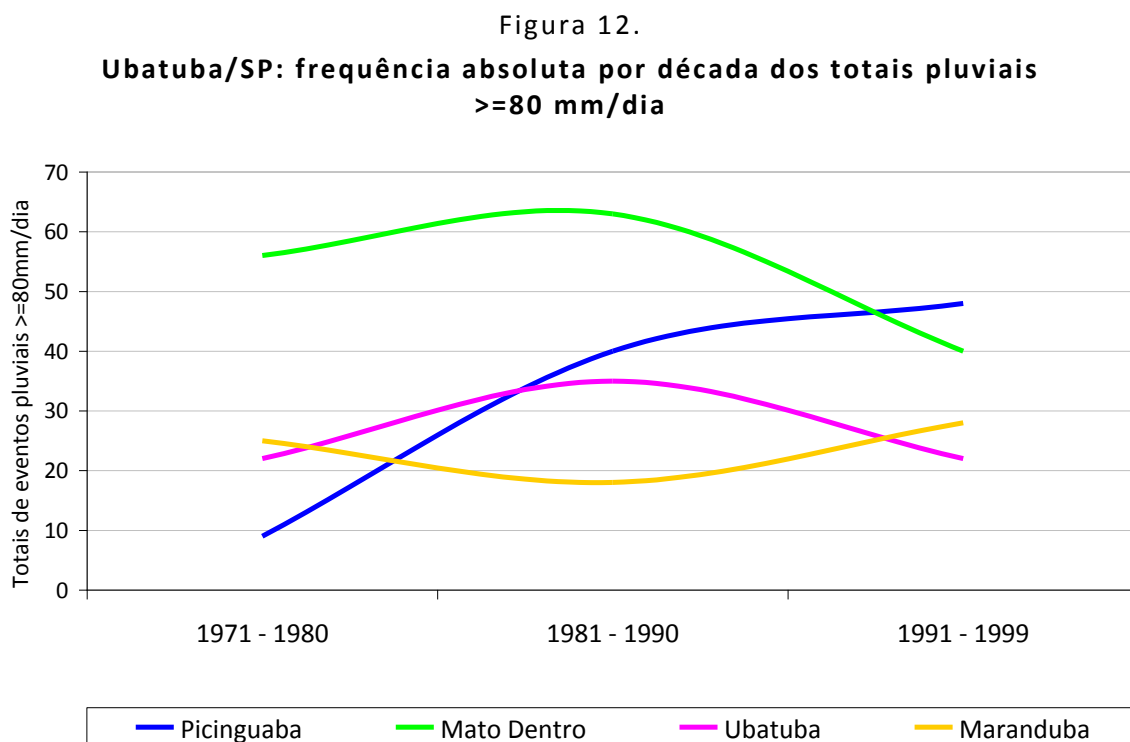
Figura 11.

Ubatuba/SP: distribuição mensal da frequência absoluta dos totais pluviiais ≥ 80 mm/dia



A Figura 12 apresenta a totalização, por década, dos episódios pluviais diários iguais ou acima de 80 mm. Destaca-se o expressivo aumento de registros de chuvas intensas em Picinguaba dos anos 1970 aos anos 1990, também demonstrado anteriormente.

O posto Mato Dentro apresentou queda no número de registros desse tipo de episódio na última década (1991-1999), ao passo que Maranduba e Ubatuba apresentaram oscilações entre as décadas, com totais semelhantes entre os períodos de 1971 a 1980 e 1991 a 1999.



Nas séries de dados pluviais foram levantados os números de dias das sequências chuvosas máximas, buscando averiguar se está ocorrendo aumento, diminuição ou permanência na duração em dias dos episódios de chuvas ininterruptas nos eventos extremos.

A Figura 13 apresenta o número máximo absoluto mensal de dias da sequência chuvosa. Destaca-se que de janeiro de 1971 a dezembro de 1980 houve uma distribuição relativamente homogênea entre os meses nas localidades, com as sequências chuvosas não ultrapassando 20 dias.

Nos anos 1980 houve um aumento significativo de dias das sequências chuvosas máximas, com destaque para Mato Dentro, que registrou 45 dias seguidos com chuva em abril-maio e a segunda maior sequência chuvosa em novembro. Nas demais localidades notam-se situações extremas em fevereiro e junho.

A Figura 13 também revela que as sequências chuvosas máximas nos anos 1990 tiveram mais dias com chuva em fevereiro-março e novembro, acompanhando curvas similares entre as localidades, destacando Ubatuba com a maior sequência chuvosa novamente em fevereiro.

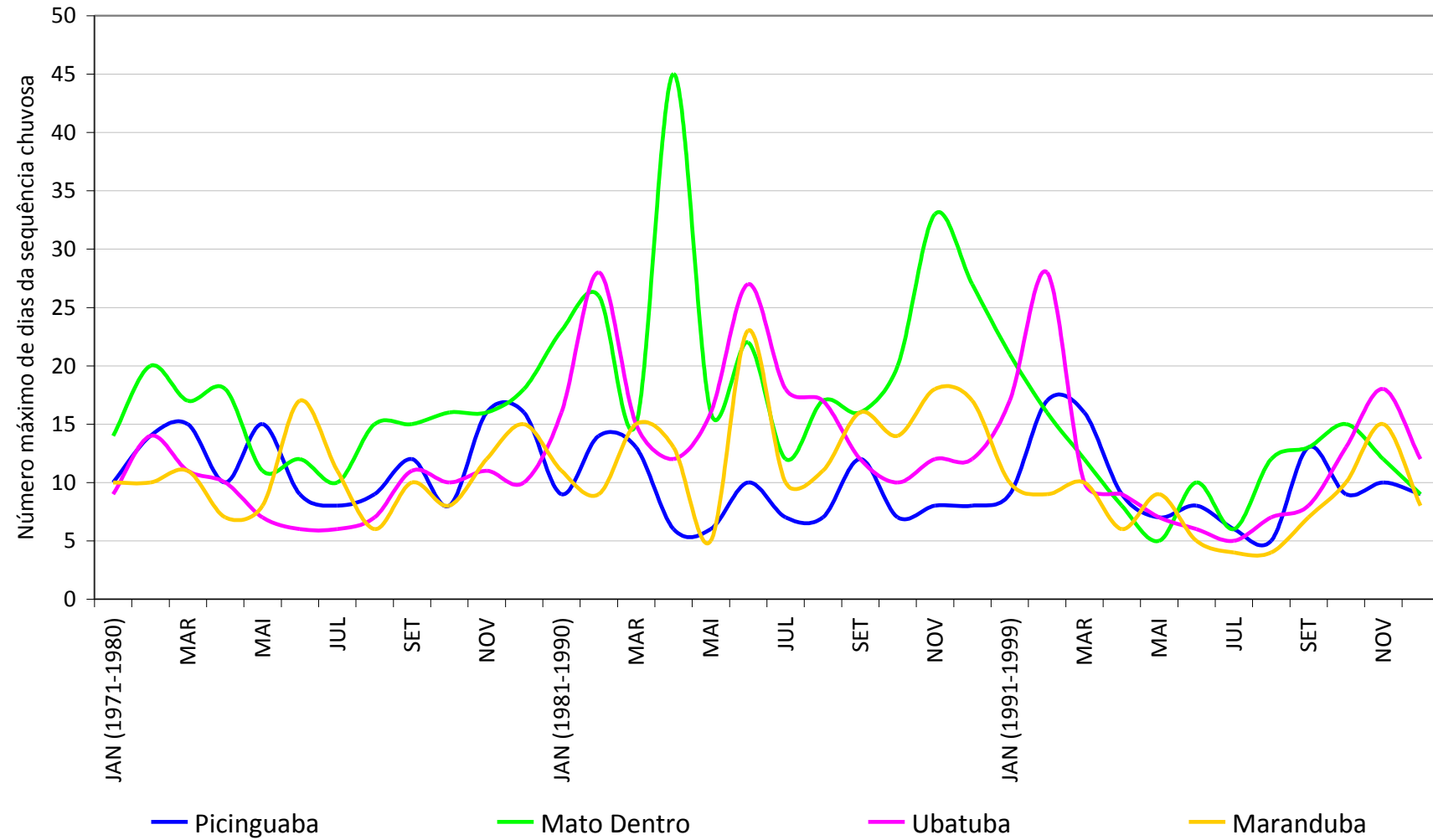
Entretanto, na última década houve diminuição na quantidade de dias das sequências chuvosas máximas, sobretudo, entre abril e julho.

Observa-se o aumento do número de dias das sequências chuvosas no posto Ubatuba a partir dos anos 1980 (1981-1990), que tem seu extremo máximo nos anos 1990 (1991-1999), atingindo 28 dias consecutivos com registros de chuva, o que pode representar situações de agravamento da vulnerabilidade socioambiental e a possibilidade de grande impacto por se tratar de uma área densamente urbanizada.

No cálculo médio de todas as sequências chuvosas, nota-se uma diminuição da quantidade de dias das sequências chuvosas na última década, com picos em março e outubro em Picinguaba, outubro em Mato Dentro, e novembro em Ubatuba e Maranduba.

Figura 13.

Ubatuba/SP: número máximo absoluto mensal de dias da sequência chuvosa



Quanto ao volume pluvial máximo absoluto em 24 horas, apresentado na Figura 14, os maiores extremos foram assim registrados: em Mato Dentro no mês de setembro do primeiro período – década de 1970 – no ano de 1980, com 500 mm; em Ubatuba e Maranduba, no segundo período – década de 1980 – em fevereiro de 1988, com respectivamente, 277,5 mm e 410 mm; em Picinguaba, também em fevereiro, porém, do último período – década de 1990 – no ano de 1996, com 356,4 mm (Tabela 6).

Mais uma vez nota-se uma tendência maior de aproximação do padrão de distribuição pluvial mensal entre as localidades na última década, frente à variabilidade maior dos extremos diários entre as localidades nas décadas anteriores.

A Figura 15 apresenta os totais pluviais mensais em mm das sequências chuvosas para o período de 01 de janeiro de 1971 a 31 de dezembro de 1999. Contrapondo-se o total pluvial das sequências chuvosas com seu número de dias é possível verificar se há associação entre sequência chuvosa maior em volume pluvial e quantidade maior de dias das sequências. Os resultados contradizem essa relação, pois as sequências de maior chuva em geral não ocorreram nos maiores períodos ininterruptos de chuva, como se verifica em Picinguaba.

Houve um nítido aumento do volume pluvial das sequências chuvosas a partir dos anos 1980 (1981-1990), ao passo que o padrão de distribuição do número de dias da sequência chuvosa permaneceu mais homogêneo.

Os volumes pluviais mais elevados (mm) das sequências chuvosas do período analisado ocorreram nos anos 1990 (1991-1999), em Picinguaba e Mato Dentro, conforme destaca a Figura 15.

Figura 14.

Ubatuba/SP: totais pluviiais máximos absolutos em 24h (mm)

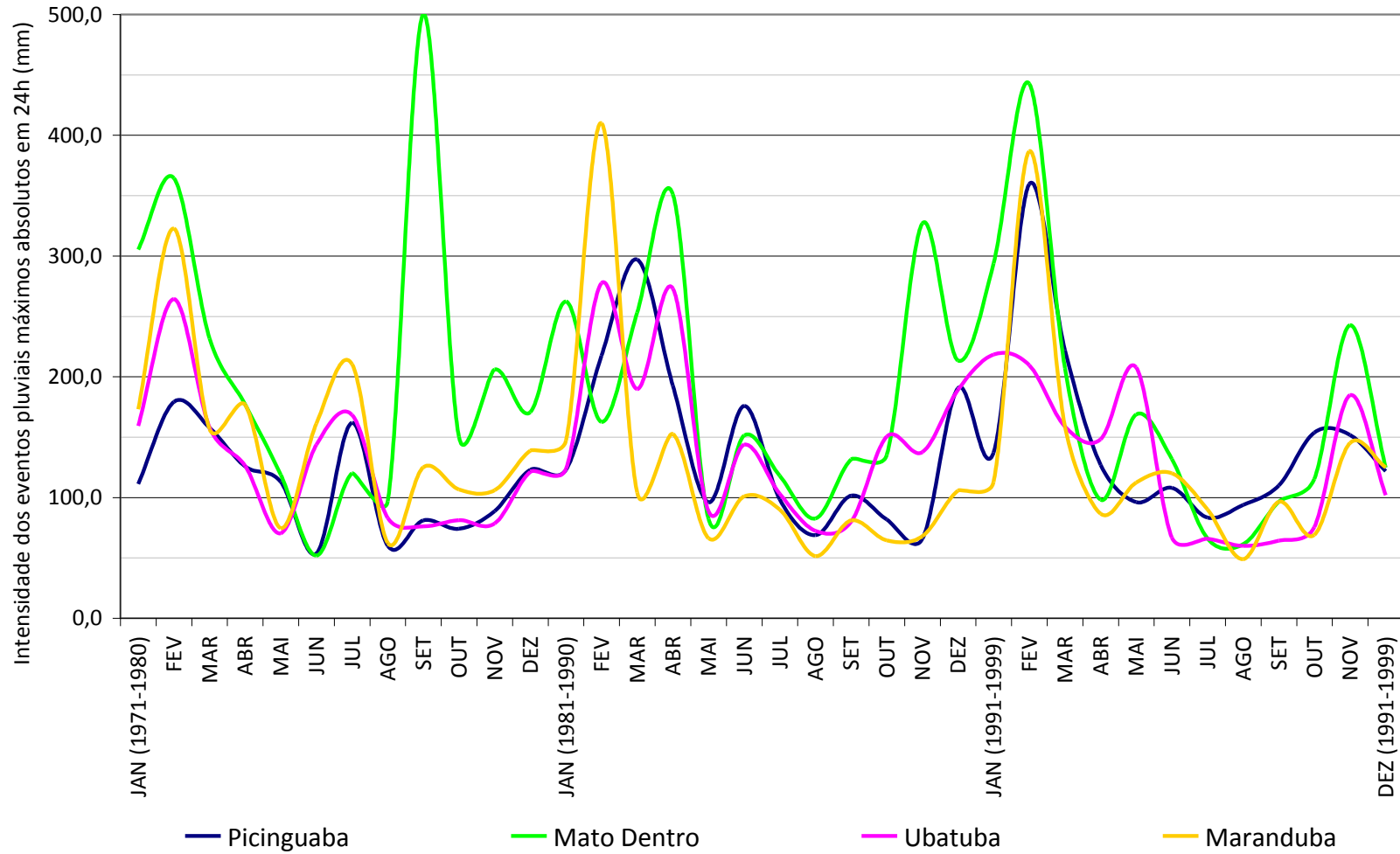
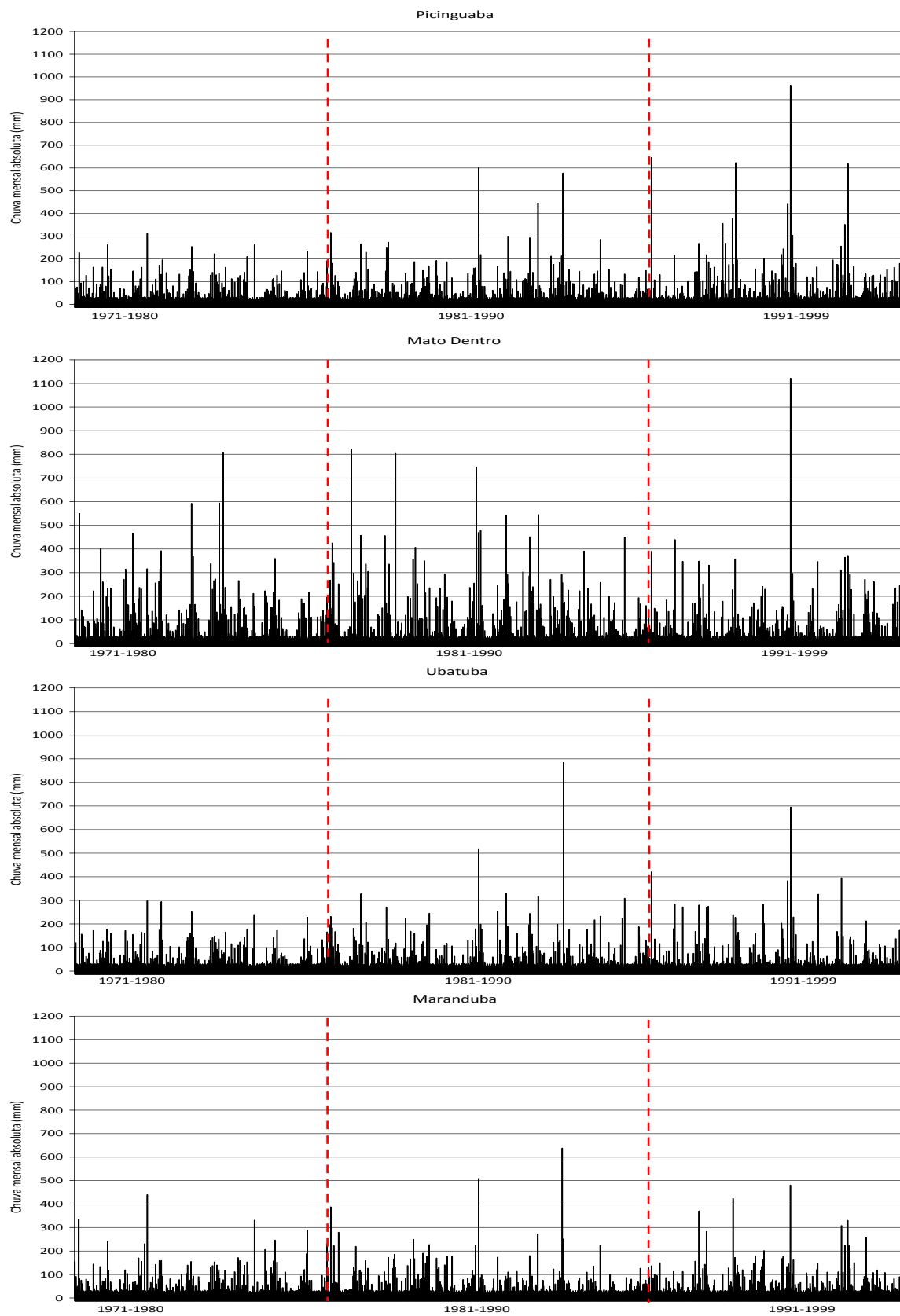


Figura 15.

Ubatuba/SP: totais pluviiais mensais - sequências chuvosas (mm) - 1971-1999



Em Mato Dentro, houve uma diminuição no número de sequências chuvosas mais elevadas em mm e em dias no decorrer do período de 29 anos. No entanto, destacam-se duas situações extremas: o aumento significativo do número de dias chuvosos no início dos anos 1980; e embora tenha havido uma diminuição do volume pluvial das sequências chuvosas na última década em Mato Dentro, o extremo máximo de concentração pluvial em mm ocorreu na última década, ultrapassando 1100 mm.

Em Ubatuba e Maranduba, as maiores sequências chuvosas em mm ocorreram nos anos 1980, e as menores nos anos 1970, com extremos significativos na última década.

Com relação ao mês que apresenta o maior número de dias com chuva, observa-se nitidamente na Tabela 8 uma concentração nos meses de janeiro a março, e o período de maio a agosto sem apresentar nenhuma vez no período o mês mais chuvoso nos anos 1990 (1991-1999). Tal fato evidencia a tendência de considerar o padrão de distribuição pluvial da última década como mais homogêneo em relação às anteriores.

Pode-se notar também o deslocamento temporal do mês com o maior número de dias com chuva para o final do período chuvoso, em março, contrapondo-se aos anos 1970 (1971-1980) e 1980 (1981-1990), cujo mês não tinha destaque. Ao contrário, o mês de dezembro nos anos 1970, com elevada frequência de maior número de dias com chuva, passando a não registrar nenhuma ocorrência na última década (1991-1999).

Tabela 8.

Ubatuba/SP: frequência absoluta do mês com o maior número de dias com chuva por décadas

	Década de 1970												Década de 1980												Década de 1990											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Picinguaba	2	3	1	1	1			1	1		1	3	3	1	1				1		2		1	3	1	1	4	1					1	1	1	
Mato Dentro	3	2	2	2					1	2		2	1		2	1			1		1	2		2	4	1	2						2	2	1	
Ubatuba	3	1	1	1				1			1	6	1		2	1	1	2	1		1		2	1	3	4							1	1		
Maranduba	2	2			1	1					1	5	2	1	1		1			1		3	2	2	2	2	2	3	1					1	1	2

A Tabela 9 apresenta a frequência absoluta do mês mais chuvoso por década entre as localidades. A frequência segue, em geral, a mesma tendência apresentada para os meses com o maior número de dias com chuva. A análise contou com os dados dos anos de 1950 (1951-1960), para Picinguaba e Ubatuba, e de Mato Dentro a partir dos anos de 1960 (1961-1970).

Os meses mais chuvosos na década de 1990 (1991-1999) estão menos dispersos que nas décadas antecessoras, concentrando-se também em outubro e novembro. Entre maio a agosto e dezembro não houve nenhum registro de mês mais chuvoso nos anos de 1990, ao contrário do período anterior.

Tabela 9.

Ubatuba/SP: frequência absoluta do mês mais chuvoso por década

Anos 50	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
Picinguaba		1	1		3	3	1	1				
Mato Dentro												
Ubatuba		2		1	4	2					1	
Maranduba												
Anos 60	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
Picinguaba			5		2	2				1		
Mato Dentro			3	2	3	2						
Ubatuba		1	2		5	2						
Maranduba												
Anos 70	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
Picinguaba			1	4	3	1				1		
Mato Dentro			1	3	2	1						3
Ubatuba			2	3	3		1			1		
Maranduba	1		1	3	2	1	1			1		
Anos 80	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
Picinguaba	1		2	2	2		1			1		1
Mato Dentro		1	1	3	1	2	2					
Ubatuba	2		2	2	2	1		1				
Maranduba	1		1	2	1	2	1	1				
Anos 90	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
Picinguaba	2	2			3	2						1
Mato Dentro	2	1		1	1	4						
Ubatuba	1	1		1	1	4	1					
Maranduba		2			4	3						

A Tabela 10 apresenta os totais pluviais máximos absolutos em mm do mês mais chuvoso, em que se verifica novamente uma concentração de episódios extremos no mesmo mês – fevereiro – para a década de 90 (1991-1999), além das localidades de Picinguaba e Mato Dentro registrarem os maiores montantes mensais desde os anos de 1950. Observam-se nitidamente mudanças na frequência do mês mais chuvoso, que entre os anos 60 e 70 se dispersava entre os outros meses do verão, e na intensidade da chuva entre as décadas analisadas.

Tabela 10.

Ubatuba/SP: totais pluviais máximos absolutos do mês mais chuvoso

Anos 50	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL
Picinguaba			668,2					
Mato Dentro								
Ubatuba			628,7					
Maranduba								
Anos 60	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL
Picinguaba				955,6				
Mato Dentro	954,2							
Ubatuba				736,9				
Maranduba								
Anos 70	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL
Picinguaba		456,6						
Mato Dentro				949,6				
Ubatuba		472,1						
Maranduba								508,1
Anos 80	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL
Picinguaba			939,3					
Mato Dentro		882,5						
Ubatuba			838,7					
Maranduba			899,1					
Anos 90	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL
Picinguaba			1021,0					
Mato Dentro			1236,6					
Ubatuba			771,4					
Maranduba			632,6					

A evolução dos totais pluviais máximos dos meses mais chuvosos destaca o significativo aumento do volume pluvial em Picinguaba e Mato Dentro na última década.

As Tabelas seguintes apresentam duas colunas para cada trimestre e semestre analisado, sendo: a coluna da esquerda, de cada trimestre ou semestre, a frequência de maior precipitação, ou o número de vezes em que houve o maior total pluvial do período correspondente; e a coluna da direita, de cada período, o valor total máximo absoluto de precipitação registrado.

A variação sazonal da pluviosidade nas três décadas analisadas demonstrou uma alternância no trimestre (Tabela 11) e semestre (Tabela 13) mais chuvoso e um padrão semelhante de concentração pluvial e distribuição temporal entre as localidades.

Para o período seco, ou menos chuvoso, se configura mais claramente na última década o predomínio do mesmo trimestre (Tabela 12) e semestre (Tabela 14) na frequência e nos totais menores de chuva para todos os postos.

Tabela 11.

Ubatuba/SP: totais pluviais máximos absolutos e frequência absoluta do trimestre mais chuvoso por década

PERÍODO 1971 - 1980													
TRIMESTRE CHUVOSO													
Posto	Prefixo	NDJ		DJF		JFM		FMA		MAM	AMJ	SON	OND
Picinguaba	E1-004	5	811	2	756	1	658	1	613	524	439	547	1 700
Mato Dentro	E2-009	3	1270	2	1224	3	1085		837	671	452	1 926	1 1034
Ubatuba	E2-052	5	783	2	754	1	669	2	576	490	383	497	622
Maranduba	E2-122	3	806	2	774	3	721		604	473	369	583	681

PERÍODO 1981 - 1990													
TRIMESTRE CHUVOSO													
Posto	Prefixo	NDJ		DJF		JFM		FMA		MAM	AMJ	SON	OND
Picinguaba	E1-004	2	704	3	803	3	792		763	1 678	1 515	549	621
Mato Dentro	E2-009	2	1041	3	1043	2	1054	1	1086	1 957	692	804	1 919
Ubatuba	E2-052	1	666	3	776	3	767	1	749	1 672	490	482	1 582
Maranduba	E2-122	2	558	3	657	1	696	3	702	1 614	435	451	527

PERÍODO 1991 - 1999													
TRIMESTRE CHUVOSO													
Posto	Prefixo	NDJ		DJF		JFM		FMA		MAM	AMJ	SON	OND
Picinguaba	E1-004	1	771	2	839	4	1023		889	708	446	768	2 707
Mato Dentro	E2-009	2	951	1	1029	5	1135		930	694	420	922	1 882
Ubatuba	E2-052		687	2	741	4	939	1	836	648	365	704	2 682
Maranduba	E2-122		675	2	773	4	891	2	790	581	375	1 635	629

Tabela 12.

Ubatuba/SP: totais pluviométricos máximos absolutos e frequência absoluta do trimestre menos chuvoso por década

Posto	Prefixo	PERÍODO 1971 - 1980						
		TRIMESTRE SECO						
		MJJ		JJA		JAS		ASO
Picinguaba	E1-004	4	305	3	299	2	339	427
Mato Dentro	E2-009	6	333	3	327	1	567	736
Ubatuba	E2-052	5	269	3	255	1	329	1 389
Maranduba	E2-122	5	300	3	289	1	381	1 450

Posto	Prefixo	PERÍODO 1981 - 1990						
		TRIMESTRE SECO						
		MJJ		JJA		JAS		ASO
Picinguaba	E1-004	2	369	7	286		388	472
Mato Dentro	E2-009	4	378	5	302	1	464	594
Ubatuba	E2-052	3	342	5	259		342	413
Maranduba	E2-122	3	293	5	231		287	1 380

Posto	Prefixo	PERÍODO 1991 - 1999						
		TRIMESTRE SECO						
		MJJ		JJA		JAS		ASO
Picinguaba	E1-004		426	3	374		491	590
Mato Dentro	E2-009	2	356	6	295		490	703
Ubatuba	E2-052	1	287	7	237	1	353	527
Maranduba	E2-122		293	7	248		340	489

Tabela 13.

Ubatuba/SP: totais pluviométricos máximos absolutos e frequência absoluta do semestre mais chuvoso por década

Posto	Prefixo	PERÍODO 1971 - 1980									
		SEMESTRE CHUVOSO									
		JAN/JUN	FEV/JUL	MAR/AGO	SET/FEV	OUT/MAR	NOV/ABR	DEZ/MAI			
Picinguaba	E1-004	1097	1 918	823	2 1302	3 1370	2 1416	1285			
Mato Dentro	E2-009	1 1537	1170	997	5 2150	2 2135	2 2122	1929			
Ubatuba	E2-052	1053	846	744	3 1251	3 1292	2 1347	1 1244			
Maranduba	E2-122	1090	1 904	762	3 1357	2 1378	2 1386	1 1256			

Posto	Prefixo	PERÍODO 1981 - 1990									
		SEMESTRE CHUVOSO									
		JAN/JUN	FEV/JUL	MAR/AGO	SET/FEV	OUT/MAR	NOV/ABR	DEZ/MAI			
Picinguaba	E1-004	4 1308	1133	964	1 1352	2 1449	1504	3 1521			
Mato Dentro	E2-009	3 1746	1464	1259	1847	1 1974	4 2117	2 1992			
Ubatuba	E2-052	4 1257	1091	931	1259	1 1354	1 1423	5 1449			
Maranduba	E2-122	4 1131	995	845	1108	1 1227	2 1267	3 1264			

Posto	Prefixo	PERÍODO 1991 - 1999									
		SEMESTRE CHUVOSO									
		JAN/JUN	FEV/JUL	MAR/AGO	SET/FEV	OUT/MAR	NOV/ABR	DEZ/MAI			
Picinguaba	E1-004	4 1469	1 1315	1082	1 1621	3 1716	1642	1507			
Mato Dentro	E2-009	2 1555	1286	989	1 1946	4 2006	1 1875	1702			
Ubatuba	E2-052	4 1304	1124	885	1 1461	2 1630	1 1537	1398			
Maranduba	E2-122	5 1265	1083	830	1440	3 1554	1 1482	1364			

Tabela 14.

Ubatuba/SP: totais pluviiais máximos absolutos e frequência absoluta do semestre menos chuvoso por década

PERÍODO 1971 - 1980									
SEMESTRE SECO									
Posto	Prefixo	ABR/SET		MAI/OUT		JUN/NOV		JUL/DEZ	AGO/JAN
Picinguaba	E1-004	2	778	4	732	2	846	1039	1238
Mato Dentro	E2-009	2	1019	3	1070		1253	1602	2007
Ubatuba	E2-052	2	712	4	658	2	751	951	1172
Maranduba	E2-122	2	749	3	750		872	1061	1256

PERÍODO 1981 - 1990									
SEMESTRE SECO									
Posto	Prefixo	ABR/SET		MAI/OUT		JUN/NOV		JUL/DEZ	AGO/JAN
Picinguaba	E1-004	1	904	3	841	1	834	1	1009
Mato Dentro	E2-009	1	1156	6	972	3	1105	1383	1635
Ubatuba	E2-052		832	4	755	2	742	924	1079
Maranduba	E2-122	1	722	4	673	3	682	815	938

PERÍODO 1991 - 1999									
SEMESTRE SECO									
Posto	Prefixo	ABR/SET		MAI/OUT		JUN/NOV		JUL/DEZ	AGO/JAN
Picinguaba	E1-004	1	937	2	1016	1	1142	1197	1
Mato Dentro	E2-009	6	909		1058		1218	1371	1641
Ubatuba	E2-052	4	718		814	1	941	1035	1225
Maranduba	E2-122	3	715	3	782		883	1	968

No período de 1971-1980 as chuvas se concentraram nos meses de novembro a abril, ocasionando elevada pluviosidade que superou 1300 mm. Para o posto Mato Dentro, a frequência e os totais pluviiais máximos absolutos maiores ocorreram entre setembro e fevereiro. O trimestre com maior frequência e totais máximos de chuva ocorreu em novembro-dezembro-janeiro; somente em Mato Dentro e Maranduba a frequência maior também ocorreu em janeiro-fevereiro-março. Já o trimestre menos úmido concentrou-se predominantemente nos meses de junho-julho-agosto, mas a frequência menos chuvosa ocorreu em maio-junho-julho.

No período de 1981-1990 o semestre com os totais pluviiais mais elevados foi de dezembro a maio (postos Picinguaba e Ubatuba). O semestre menos úmido é representado pelos meses de maio a outubro; todavia, no semestre de junho a novembro verificam-se os menores

valores pluviais em Picinguaba e Ubatuba, mas os totais pluviais menores predominaram entre maio e outubro, e de novembro a abril em Mato Dentro e Maranduba.

O trimestre mais chuvoso está distribuído entre os meses de dezembro-janeiro-fevereiro (maior frequência em todos os postos e maiores totais pluviais absolutos em Picinguaba e Ubatuba) e janeiro-fevereiro-março, sendo este último o trimestre que recebe os maiores montantes de chuva em Mato Dentro e Maranduba. Nota-se também uma total correspondência dos períodos entre a frequência e os totais pluviais máximos absolutos na última década (1991-1999), com o mesmo comportamento em todos os postos.

Quanto ao trimestre mais seco, permanece o mesmo entre as décadas analisadas, representado pelos meses de junho-julho-agosto, quando todos os postos registram os menores totais de chuva nesse período.

No período de 1991-1999 verifica-se que o semestre de outubro a março recebe os maiores valores de precipitação em todos os postos. Contudo, o semestre de janeiro a junho apresenta maior frequência de chuvas maiores para três postos. Notadamente, há uma alteração no semestre mais seco se comparado às décadas anteriores, sendo nesta década representado pelo semestre de abril a setembro.

Em síntese, a análise dos padrões pluviais de distribuição temporal e espacial no município de Ubatuba/SP para o período de 1971-1999 aponta para diferenças significativas entre as três décadas analisadas. Na década de 1990 houve uma tendência de concentração pluvial em períodos homogêneos entre as localidades, com destaque para a definição clara dos meses de fevereiro e março como mais chuvosos, com o maior número de episódios de chuvas acima de 80 mm/dia, de dias com chuva e de totais pluviais máximos.

As análises trimestrais e semestrais também apontaram para uma concentração temporal das chuvas na década de 1990 (1991-1999), configurando-se nitidamente os meses de janeiro a março como os de maior frequência e de totais pluviais máximos no ano. Nota-se uma migração do período mais chuvoso, de novembro a janeiro na década de 1970, para janeiro a março na década de 1990. O trimestre menos chuvoso também se destaca por concentrar os menores totais pluviais entre os meses de junho e agosto para todas as décadas, sendo que nos anos 1990 passa a predominar também a maior frequência de totais pluviais reduzidos.

A distribuição semestral da chuva na década de 1990 tem os maiores totais pluviais no período de outubro a março. No período menos chuvoso, destaca-se o semestre de abril a outubro, de menor frequência e de totais de chuva em todos os postos.

Destaca-se a elevada variabilidade pluvial em fevereiro, justamente aquele que teve o maior número de deslizamentos registrados, como será visto adiante, o que indica uma relação entre elevada variabilidade pluvial e agravamento na vulnerabilidade socioambiental. O tempo de retorno revela que a chuva acumulada de 120 mm em 3 dias é anual, ou seja, em todos os anos a operação verão da Defesa Civil pode entrar em estado de atenção, o que significa uma alta probabilidade de ocorrer deslizamento, sobretudo se o período precedente foi chuvoso.

Os resultados da análise também apontam variações significativas na distribuição temporal e espacial da chuva em Ubatuba/SP. A ocorrência de episódios de chuvas intensas nos 29 anos analisados não está diretamente associada à quantidade maior de dias com chuva. A concentração pluvial na última década representa um fator que agrava o risco aos deslizamentos, uma vez que volumes maiores de chuva são registrados em períodos menores de tempo.

II. 3. OS RITMOS DA URBANIZAÇÃO EM UBATUBA/SP: EXPANSÃO URBANA E CRESCIMENTO POPULACIONAL

Os ritmos da urbanização em Ubatuba/SP são analisados na perspectiva de evidenciar que tal processo representa aquele, no rol das práticas sociais, responsável por provocar as maiores transformações na paisagem e na vida cotidiana da população local. Nesse contexto, a área estudada atravessou diferentes fases no decorrer da história, estando à mercê, sobretudo, dos interesses econômicos de cada época.

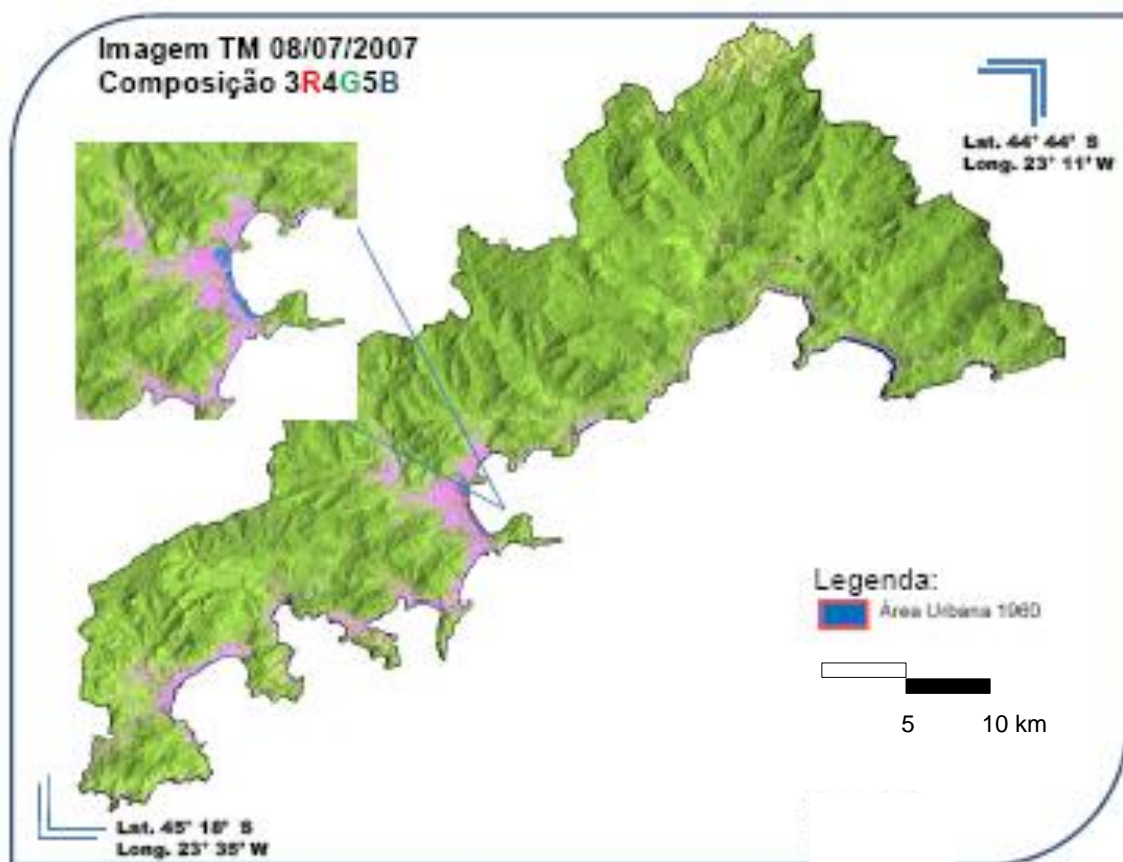
A região de Ubatuba/SP viveu uma fase próspera no período colonial, quando era um dos portos por onde escoava o ouro de Minas Gerais. Conforme analisa Silva (1975), a abertura de um caminho direto das áreas de mineração ao porto do Rio de Janeiro/RJ resultou no declínio da atividade portuária no litoral norte paulista, e a região passou por um período de isolamento, que só foi rompido com o ciclo do café, no século XIX. Os surtos de prosperidade promovidos pelo alto valor da mercadoria comercializada nos mercados europeus estabeleceram as primeiras vinculações mais duradouras entre o planalto e o litoral, favorecendo a abertura de caminhos no reverso das escarpas da Serra do Mar, ligando o planalto ao litoral, com as estradas de Salesópolis/SP a São Sebastião/SP e de Ubatuba/SP a São Luís do Paraitinga/SP.

Com o declínio do ciclo do café, ainda no final do século XIX, novamente o litoral norte atravessou uma fase de isolamento, rompido com a abertura das rodovias que ligam São Sebastião/SP a Caraguatatuba/SP (1938), a rodovia que liga Caraguatatuba/SP a São José dos Campos/SP (1939), e a ligação de Caraguatatuba/SP a Ubatuba/SP, nos anos de 1950. Assim, segundo o autor, as rodovias trouxeram um novo dinamismo à região (SILVA, 1975).

A Figura 16 retrata as áreas que foram ocupadas até esse período da década de 1950 (imagem de 1960). As figuras seguintes (Figuras 16 a 21), elaboradas por Caridade (2009), representam a evolução da mancha urbana de Ubatuba/SP, década a década, entre 1960 e 2007. As figuras destacam as manchas urbanas de cada ano especificado, plotadas sobre uma mesma imagem-base, que corresponde àquela mais atual no estudo (2007). Deste modo, todos os mapas apresentam a mancha cor rosa claro, que tradicionalmente caracteriza as áreas ocupadas ou urbanizadas, sendo apenas diferenciados pelas manchas de outras cores em destaque na legenda, correspondentes ao ano analisado. Portanto, deve-se observar que a mancha cor rosa reflete a urbanização futura, podendo ser abstraída da análise e ser considerada como área desocupada (representada pela cor verde claro).

Figura 16.

Ubatuba/SP: mancha urbana do município no ano de 1960



Fonte: Caridade (2009); escala aproximada adaptada para este trabalho.

A área referente à mancha urbana de Ubatuba/SP em 1960 correspondia a 0,81 km² do município, com uma população de 10.182 habitantes (IBGE, 2007). Todos os dados numéricos referentes à população e a mancha urbana constantes nessa análise estão sintetizados na Tabela 15.

Tabela 15.

Ubatuba/SP: evolução dos indicadores de crescimento populacional, da mancha urbana e dos domicílios ocupados e desocupados

Décadas		Anos 1950	Anos 1960	Anos 1970	Anos 1980	Anos 1990	Anos 2000
Períodos	até 1950	1951- 1960	1961- 1970	1971- 1980	1981- 1990	1991- 2000	2001- 2007
Anos base	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2007
População (total)	7.941	10.182	15.478	26.927	44.683	66.644	75.484
Crescimento populacional (%/década)		28,2	52	74	65,8	49,1	13,3
Área total da mancha urbana (km ²)		0,81	3,76	Sem dados espaciais	11,57	25,29	26,27
Crescimento da mancha urbana (km ² /década)			2,95	7,81		13,72	0,98
Crescimento da mancha urbana (%/década)			364,2	207,7		118,6	3,9
Total de Domicílios	-	-	5.417	13.135	30.614	46.251	
Domicílios desocupados (%/total)	-	-	32,6	41,6	49,4	51,9	

Fonte: IBGE (2007); SEADE (2007); Caridade (2009)
os dados recenseados ou estimados apresentados referem-se aos anos base; em destaque, os valores extremos

Deste modo, a Tabela 15 apresenta a síntese dos dados em análise neste capítulo, referentes aos principais indicadores levantados, por período, em Ubatuba/SP: a totalização da população e as taxas de crescimento; a evolução da mancha urbana em km² e os respectivos percentuais de crescimento; o número total de domicílios e o percentual de domicílios desocupados.

Até a década de 1950, de acordo com Silva (Op. Cit.), os frequentadores do litoral norte não eram turistas propriamente ditos, mas pessoas de uma pequena elite que dispunham de automóveis e buscavam a tranquilidade da vida caçara ou camponesa dessa porção do território. Após esse período, o turismo se definiu na região, sobretudo na forma residencial, com a construção de residências secundárias. Com isso, a atividade turística daria o ensejo a um intenso processo de urbanização.

A urbanização brasileira é compreendida a partir do conceito de urbanização corporativa defendido pelo geógrafo Milton Santos (1993), em que a lógica do crescimento urbano das cidades dos países não desenvolvidos faz a economia imperar enquanto condutora do Estado, em detrimento à justiça ou às demandas sociais.

Segundo o autor, trata-se de uma urbanização refletida na desigual distribuição do meio técnico-científico-informacional, que reforça, ainda mais, a construção de uma sociedade dual e de um espaço seletivo. A complexidade das variáveis que compõem a urbanização do país é tamanha, que não seria mais possível continuar pensando o Brasil como dividido em rural e urbano, mas que diante da revolução urbana que nele se processa, desde a década de 1980, seria mais correto pensar em um Brasil urbano com áreas agrícolas do que um Brasil agrícola com áreas urbanas (SANTOS, 1993).

Como características dessa urbanização, o autor cita: o aumento do trabalho intelectual não só na cidade, mas também no campo; o crescimento do consumo produtivo e consumptivo; a existência do agrícola não rural, das indústrias agrícolas não urbanas; a cidade como *lócus* de regulação do que se faz no campo moderno; a migração descendente; e as regiões do fazer e do mandar (SANTOS, Op.Cit.).

Para o autor, as cidades e, sobretudo, as metrópoles são corporativas, mas não apenas pelas facilidades que criam ou representam para a operação das grandes empresas, das corporações econômicas. A palavra corporação, aliás, foi primeiro aplicada para nomear o sistema produtivo que, na Idade Média, reunia artesãos e comerciantes, em torno de determinados ofícios, atribuindo-lhes o privilégio de um ofício ou de uma atividade. Em seguida, o vocábulo foi empregado para caracterizar, pejorativamente, grupos fechados, reunidos em torno de seus interesses exclusivos, sem referência aos interesses dos outros. A cidade atual presta-se à recriação desse tipo de segmentação, com a emergência de grupos mais ou menos organizados, lutando de maneira difusa ou com o apoio de lobbies mais ou menos agressivos e mais ou menos aparelhados, através de discursos, marketing, alianças duráveis ou soluções ocasionais, estratégicas e táticas de prevalência de suas reivindicações setoriais (...). Desse modo, o processo de urbanização corporativa se impõe à vida urbana como um todo, mas como processo contraditório opondo parcelas da cidade, frações de população, formas concretas de produção, modos de vida, comportamentos (SANTOS, Op.Cit.).

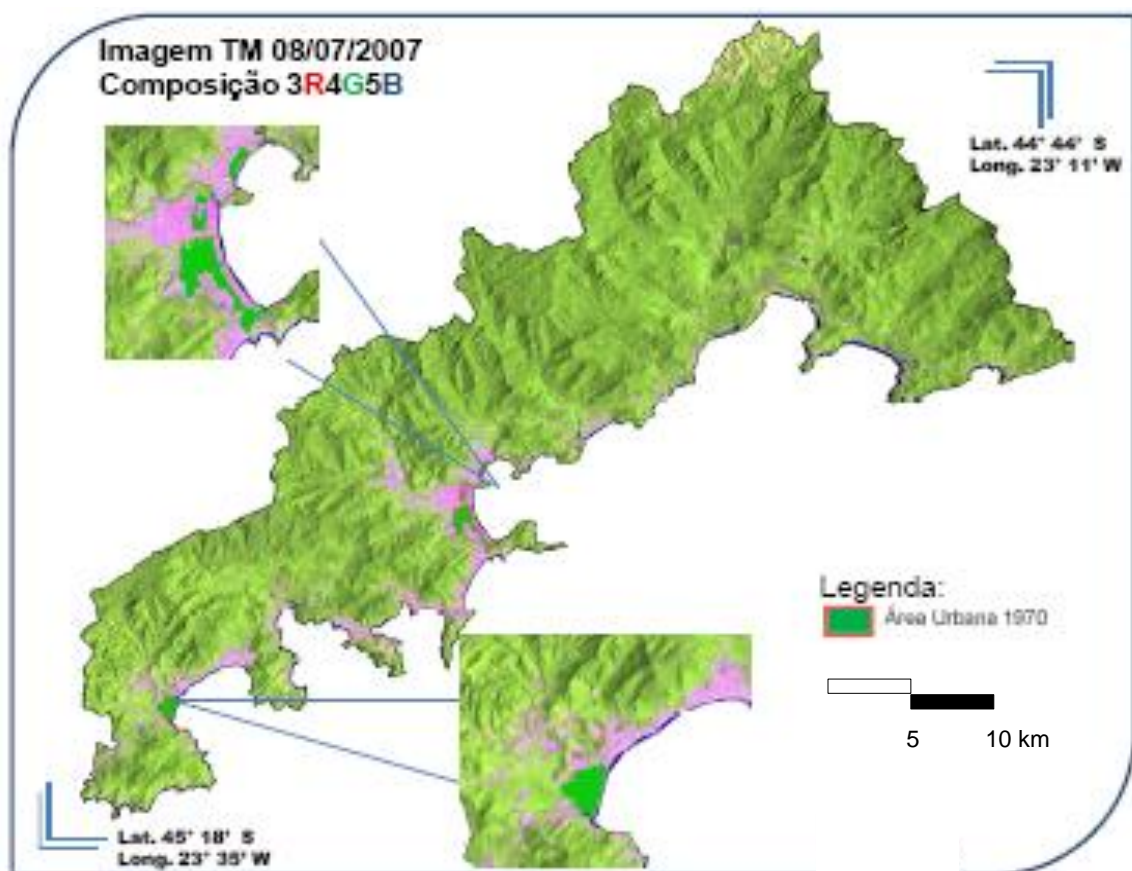
Assim, a urbanização em curso no município de Ubatuba/SP, sob essa lógica corporativa, parte de uma população de 7.941 habitantes em 1950, e cresce 28,2% até 1960 (Tabela 15).

No decorrer da década de 1960, a urbanização se expande sobre as áreas planas da planície costeira do município, adensando a ocupação de porções no centro da cidade e na praia de Maranduba, ao Sul do município, conforme retrata a figura seguinte (Figura 17).

Deste modo, a imagem que compõe a Figura 17, cujos dados também estão apresentados na Tabela 15, destaca a mancha urbana de Ubatuba/SP em 1970, que totalizava 3,76km² da área do município.

A mancha urbana teve um acréscimo de 2,95 km² entre 1961 e 1970, comparada à década anterior, e está representada pela cor verde escuro na Figura 17 e demais da série (CARIDADE, 2009).

Figura 17.
Ubatuba/SP: mancha urbana do município no ano de 1970



Fonte: Caridade (2009); escala aproximada adaptada para este trabalho.

Embora a área ocupada possa ser considerada de pequena proporção, com menos de 4 km², o período registrou o significativo aumento de 364,2%, mais que triplicando a mancha urbana de 1960 (representada pela cor azul), que era de 0,81 km² (Tabela 15).

A população total atingiu 15.478 habitantes em 1970, correspondendo a um aumento de 52% durante a década, sobre os dados de 1960 (Tabela 15).

O ano de 1970 representa o início do período de congruência entre os dados pluviométricos – do ritmo climático – e aqueles mais detalhados da evolução urbana do município. O ano também marca o início de uma nova fase de urbanização, como veremos na análise dos dados da década de 1970.

Neste momento, são trazidas algumas contribuições para subsidiar a análise do período. Segundo Silva (Op.Cit.), em sua tese intitulada *O litoral norte do Estado de São Paulo – formação de uma região periférica*, o início dos anos de 1970 é marcado pela pavimentação da BR 101, a famosa rodovia Rio–Santos.

O traçado da rodovia facilitou a comunicação entre os municípios da zona costeira e os acessos àqueles que ligam ao planalto. A partir dessa década, o crescente número de automóveis, somado ao predomínio na circulação de mercadorias por transporte terrestre, imprime novo dinamismo à região (SILVA, 1975).

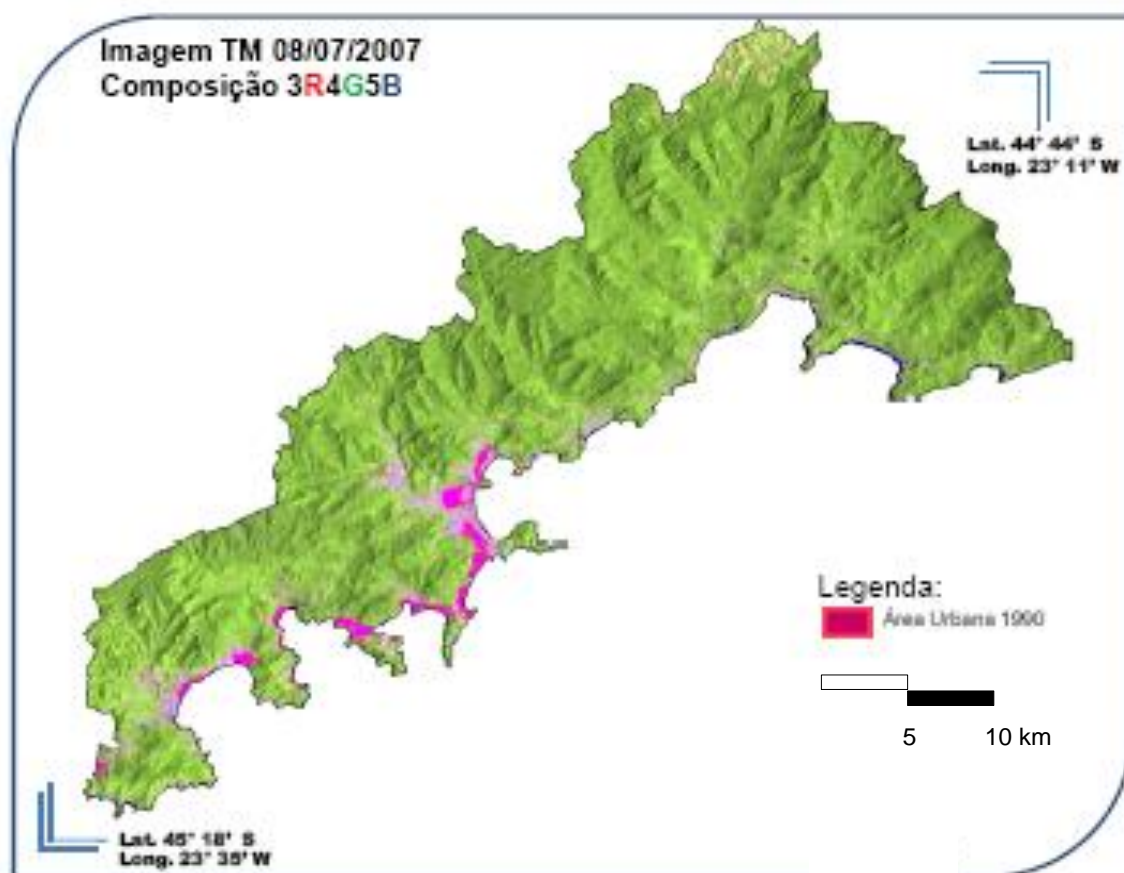
Para o autor, a ocupação relacionada à atividade costeira e portuária, ao turismo e a urbanização corporativa, estende-se desigualmente ao longo da zona costeira. Cada município apresenta características próprias, cabendo apenas às atividades turísticas e correlatas a função de homogeneizar a região como um todo, criando uma rede urbana voltada para o turismo sazonal. Tal processo tem acelerado a urbanização em todo o Litoral Norte, impulsionada pela

influência da Grande São Paulo, Baixada Santista, Vale do Paraíba e Rio de Janeiro, com consequente redefinição dos espaços rurais e das atividades pesqueiras (SILVA, Op.Cit).

No decorrer das décadas de 1970 e 1980 o processo de ocupação do território teve prosseguimento em ritmo relativamente acelerado e contínuo, como mostra a imagem da mancha urbana em 1990 (Figura 18).

Figura 18.

Ubatuba/SP: mancha urbana do município no ano de 1990



Fonte: Caridade (2009); escala aproximada adaptada para este trabalho.

Nesse período, nota-se o avanço da urbanização sobre novas áreas, além do adensamento daquelas já ocupadas e que estão representadas nas Figuras anteriores.

Desta vez, verifica-se que a mancha urbana de 1990, destacada pela cor rosa escuro, se espalhou por outros trechos da orla e porções do interior do município, até atingir o limite com as áreas de maior declive (Figura 18).

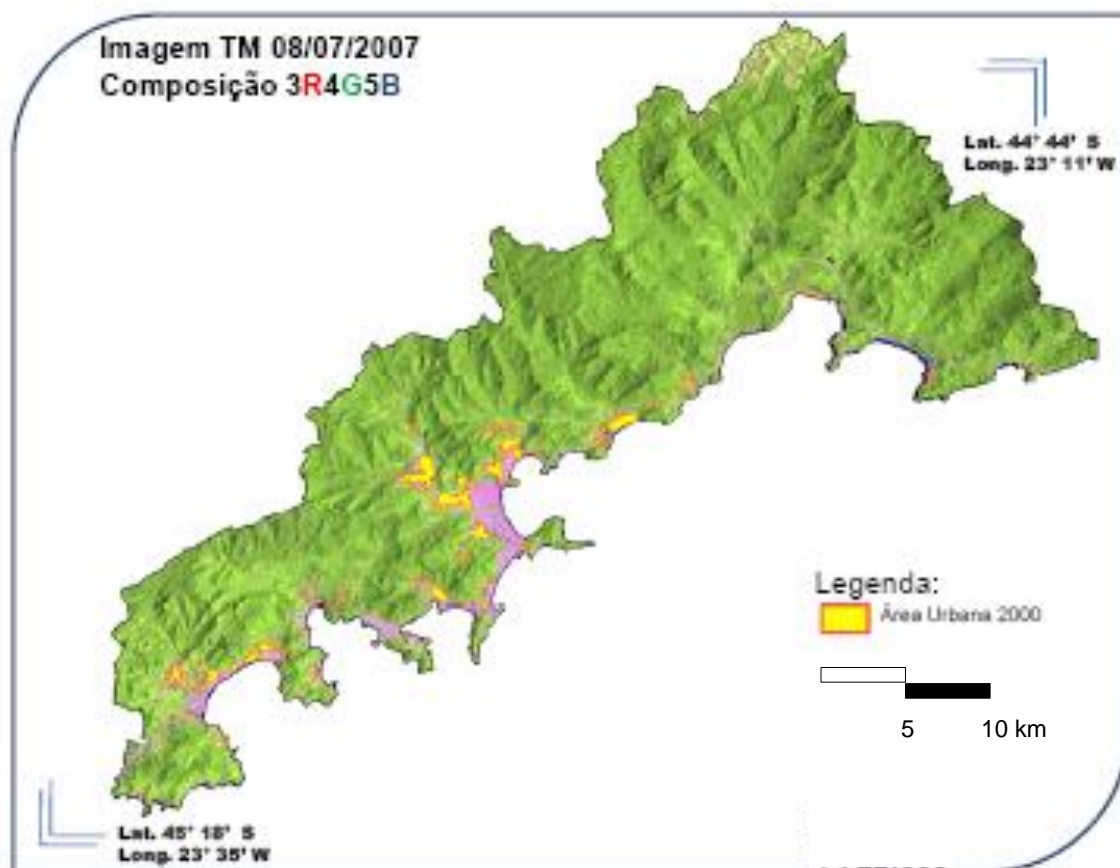
A área total da mancha urbana em 1990 atingiu 11,57 km², apresentando um crescimento de 7,81 km², ou seja, um aumento de 207,7% em duas décadas. No caso deste indicador, a fonte de dados utilizada (CARIDADE, 2009) não realizou o mapeamento para o ano de 1980. Por isso, o percentual citado corresponde ao período de 20 anos (1971 a 1990).

A imagem de 1990 (Figura 18) reflete então a expansão da mancha urbana pelos anos 1970 e 1980, revelando também que os trechos não urbanizados na orla correspondem àquelas áreas de preservação permanente do Núcleo Picinguaba – Parque Estadual da Serra do Mar (PESM). A ocupação urbana contou com outros obstáculos naturais que barraram sua expansão, como os costões rochosos presentes no município.

A população do município, durante as décadas de 1970 e 1980, registrou as maiores taxas de crescimento do período analisado, respectivamente, 74% e 65,8%/década. A população passou de 26.927 em 1980 para 44.683 em 1990. O número de domicílios do município mais que dobrou entre 1980 e 1990, passando de 13.135 para 30.614, aumentando também a proporção entre os domicílios ocupados e os desocupados, estes representando 49,4% do total.

A Figura 19 retrata a expansão urbana ocorrida durante a década de 1990 (imagem de 2000). Esta década é marcada pela continuidade no ritmo acelerado da urbanização, culminando no período chave para a compreensão de todo o processo analisado nesta tese, conforme os indicadores apontados em seguida.

Figura 19.
Ubatuba/SP: mancha urbana do município no ano de 2000



Fonte: Caridade (2009); escala aproximada adaptada para este trabalho.

Esse período também se destaca por corresponder aquele em que se iniciam os registros sistemáticos de deslizamentos de terra no município, portanto, revestindo-se de grande importância para a presente análise.

Assim, a Figura 19 revela, claramente, o avanço da mancha urbana sobre as encostas da Serra do Mar, representado assim o mais intenso processo de ocupação dessas áreas, que são naturalmente suscetíveis à ocorrência dos deslizamentos de terra, e que podem ser agravadas com a instalação de assentamentos precários pela população de baixa renda.

A mancha urbana de Ubatuba/SP alcança, no ano 2000, um total de 25,29km² da área do município, ou seja, apresenta um crescimento recorde de 13,72km² em uma década, a mais elevada do período analisado (de 1970 a 2007, para esse indicador). Desta forma, a mancha urbana dobra de tamanho entre 1990 e 2000, registrando um aumento de 118,6% (Tabela 15).

Embora a mancha urbana do município não tenha tido o crescimento mais expressivo em termos percentuais do período analisado, é na década de 1990 (1991 a 2000) que o processo de urbanização se intensifica, tornando-se um potencial produtor de efeitos adversos à população que habita essas novas áreas ocupadas no município.

O crescimento populacional de Ubatuba/SP, durante os anos 1990, registrou 49,1%, representando progressiva queda comparado às décadas anteriores. A população atinge 66.644 habitantes e o número de domicílios desocupados superam os ocupados, correspondendo a 51,9% do total de 46.251 domicílios no ano 2000 (Tabela 15).

Desta forma, os dados indicam que o município de Ubatuba/SP reafirma sua vocação natural de *atrair* pessoas, que se instalam e/ou empreendem novos negócios, e se refletem em mudanças na paisagem, com o adensamento de áreas já ocupadas, bem como pela expansão urbana sobre porções do território ainda não urbanizadas.

Essa *vocação* também reflete o fato de que grande parcela da população mundial se concentra nas áreas costeiras e adjacências, que historicamente se mostraram atraentes pela possibilidade de navegabilidade, abundância de fontes alimentares do sistema oceânico e continental, além da disponibilidade de exploração de outros recursos da natureza.

Segundo os dados do Plano de Ação Federal da Zona Costeira do Brasil (2005), a maior parte da população mundial vive em zonas costeiras, e há uma tendência permanente ao aumento da concentração demográfica nessas regiões (BRASIL, 2005).

O Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro estima que um quarto da população brasileira vive na zona costeira, representando um contingente de aproximadamente 42 milhões de habitantes, distribuídos em 324.000 km². Tanto os estuários como a orla são áreas de forte atrativo para atividades produtivas. A saúde, o bem-estar e, em alguns casos, a própria sobrevivência das populações costeiras depende dos sistemas costeiros, incluindo as áreas úmidas e regiões estuarinas, assim como as correspondentes bacias de recepção e drenagem e as águas interiores próximas à costa, bem como o próprio sistema marinho (BRASIL, Op. Cit.).

A população residente em Ubatuba/SP é predominantemente urbana, correspondendo a 97,88% do total do município, segundo o SEADE (2006). Analisando os dados da década de 1990, o IBGE (2001) aponta que, no contexto mundial, o Brasil apresenta um grau de urbanização nos padrões dos países europeus, da América do Norte e Japão, superior a 75%. Regiões como a Ásia e África continuam sendo as menos urbanizadas, com grau inferior a 40%. O acréscimo de 26,8 milhões de habitantes urbanos resultou no aumento do grau de urbanização, que passou de 75,59% em 1991, para 81,23% em 2000 (IBGE, 2001).

A Região Sudeste apresentou uma redução de 9,6% no ritmo de crescimento populacional, entre 1991 e 2000, a mais baixa taxa de crescimento comparada às demais regiões, com exceção da Região Sul, que registrou um ganho de 2,9%, segundo o IBGE (2001). Apesar disso, a maior parcela do incremento populacional em termos absolutos correspondeu, sistematicamente em todos os recenseamentos, à Região

Sudeste, que detém o maior contingente populacional, e que, entre 1991 e 2000, absorveu 41,98% do crescimento total do País. Essa participação foi um pouco maior àquela registrada na década anterior, de 39,56%, como aponta os dados do IBGE (2001).

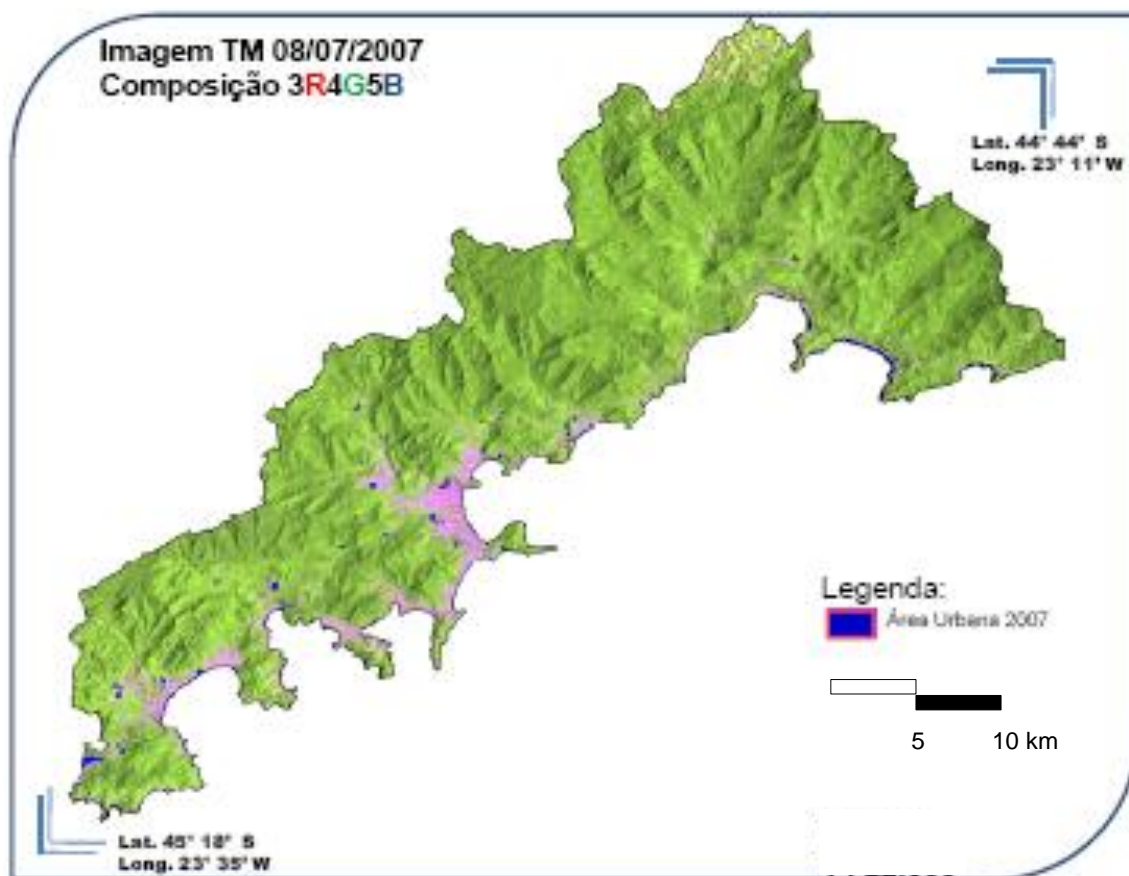
Embora o crescimento populacional do país demonstre queda gradual desde a década de 1960, os dados do Censo 2000 (IBGE, 2001) apontam que os municípios litorâneos da Região Sudeste apresentaram taxas mais elevadas de crescimento demográfico.

Segundo os dados do SEADE (2007), os dois municípios que lideraram o crescimento populacional na década de 1990 (dados de 2000) para toda a Região Sudeste do país localizam-se na zona costeira paulista. São eles: Bertioga/SP, com 11,76%/ano e Ilha Comprida/SP, com 10,30%/ano, contra a média nacional de 1,63%/ano. Ubatuba/SP teve uma taxa geométrica de crescimento populacional anual de 4,9%/ano para o período de 1991-2000, superando a média do Estado de São Paulo, que foi de 1,82%/ano.

Entre os anos de 2001 e 2007 o processo de ocupação das encostas da Serra do Mar desta vez ocorre em ritmo mais lento, conforme demonstra a mancha urbana do município de Ubatuba/SP em 2007, representada pela cor marinho (Figura 20). No entanto, a expansão da mancha urbana nesse período ocorreu em locais e condições que favorecem o surgimento de novas áreas de risco.

A área total da mancha urbana de Ubatuba/SP em 2007 atinge 26,27km² do município (Figura 20), representando um aumento de apenas 0,98km² em comparação ao ano de 2000, um percentual de expansão de 3,9% em sete anos (2001 a 2007). Mesmo considerando que se trata de um período menor de análise, o índice de crescimento está bem abaixo daqueles registrados em toda a série, que superaram os 100%/década (Tabela 15).

Figura 20.
Ubatuba/SP: mancha urbana do município no ano de 2007



Fonte: Caridade (2009); escala aproximada adaptada para este trabalho.

A população estimada para Ubatuba/SP em 2007 foi de 75.484 habitantes, ano no qual a estimativa da população total do Estado de São Paulo atingiu 40 milhões de habitantes. A população do município aumentou 13,3% entre 2001 e 2007 (SEADE, 2007), conforme sintetiza a Tabela 15.

Da mesma forma que os dados da expansão da mancha urbana, e considerando que é um período menor de amostragem, os dados populacionais também apresentaram uma significativa redução no ritmo de crescimento, comparado aqueles das décadas anteriores, que registraram médias próximas ou superiores a 50%/década (Tabela 15).

Assim, o município de Ubatuba/SP registrou um significativo aumento populacional na segunda metade do século XX, em que quase decuplicou sua população em 57 anos. A densidade populacional passou de 29,62 habitantes por Km², em 1975, para 114,28 hab./Km², em 2005, conforme os dados do SEADE (2006).

Segundo o SEADE (Op.Cit.), Ubatuba/SP atualmente se destaca pelo turismo e negócios associados, sendo o setor de serviços responsável por comandar as atividades econômicas, com 78,35% da arrecadação, enquanto que o setor industrial adiciona 21,42% ao município e a agropecuária apenas 0,23%.

O município de Ubatuba/SP é classificado no Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) como pertencente ao Grupo 2, que apesar dos níveis de riqueza elevados, não exibe bons indicadores sociais. No município, 98% dos domicílios têm coleta de lixo doméstico e 78% têm abastecimento de água. Entretanto, somente 22% deles são beneficiados com a coleta de esgoto sanitário, que recebe tratamento.

Em síntese, como apontaram as imagens tratadas por Caridade (2009), que se referem às Figuras 16 a 21, a ocupação do município de Ubatuba/SP se deu de maneira dispersa em vários núcleos. Essas porções do território possuem padrões distintos de ocupação, alguns representados por casas de veraneio da população de alta renda, enquanto outros, por assentamentos precários de população carente, conforme será visto adiante.

A localização dos assentamentos, com pouca ou nenhuma infraestrutura, em geral, coincidem com aquelas áreas já naturalmente suscetíveis à ocorrência de desastres naturais do tipo deslizamentos de terra e inundações, facilmente constatadas por ocuparem terrenos de encostas e fundos de vale. O centro da cidade representa o núcleo principal e melhor estruturado do município.

Conforme já citado, mais de 80 % da área do município situa-se dentro dos limites do Parque Estadual da Serra do Mar (PESM), um dos mais importantes remanescentes de mata atlântica existentes, e que compõe a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, considerada patrimônio da humanidade pela UNESCO. A categoria Parque Estadual corresponde a um tipo de Unidade de Conservação (UC) considerada das mais restritivas, de proteção integral. O PESM se estende de Picinguaba, extremo NE do litoral paulista, limite com o Estado do Rio de Janeiro, em Ubatuba/SP, até o município de Pedro de Toledo/SP, que faz divisa com o Mosaico da Juréia, complexo de Unidades de Conservação que divide o litoral central (Baixada Santista) do litoral sul paulista.

O Núcleo Picinguaba do PESM, situado em Ubatuba/SP, corresponde ao único trecho do Parque cujos limites atingem a praia. Dentre as mais conhecidas e visitadas por turistas está a Praia da Fazenda, frequentemente utilizada como cenário de filmes e gravações que buscam reconstituir épocas passadas, representando o que seriam as condições *primitivas* da costa brasileira.

Cabe aqui resgatar o oportuno debate trazido por Scifoni (2006), acerca da construção do patrimônio natural no processo de produção do espaço geográfico no litoral norte paulista. A autora afirma que a proteção, que se deu via tombamento da Serra do Mar, foi instituída para fazer frente à urbanização acelerada do litoral nos anos de 1980 e, de outro lado, que ela foi incorporada à produção espacial, passando a representar uma nova condição para o processo. A proteção da natureza tornou-se uma condição necessária à reprodução do papel que o litoral norte desempenha na divisão espacial do trabalho da metrópole paulista: o de zona de veraneio de determinados segmentos sociais. A proteção da natureza aparece, ao mesmo tempo, como produto do urbano e como condição para sua reprodução.

As pressões para a ocupação de novas áreas da zona costeira brasileira são frequentes e intensas, e não poderiam ser diferentes no litoral paulista e em Ubatuba/SP. No entanto, a pressão contrária promovida pelos organismos e leis ambientais, de certa forma, pode impor limites e restrições ao avanço das ocupações, quando contam com mecanismos eficientes de fiscalização e controle, sob a responsabilidade, sobretudo, das prefeituras municipais, órgão administrativo mais próximo do problema e com condições para praticar intervenções.

No caso de Ubatuba/SP, a prefeitura vem adotando medidas mais restritivas quanto à aprovação, por exemplo, de grandes projetos imobiliários. Com isso, há 15 anos se impede a instalação de novos condomínios no município, conforme informações oficiais da prefeitura, que declarou: “existem muitas exigências dos órgãos ambientais, o que afugenta investidores. Por um lado, pode ser ruim, mas nossa diretriz de desenvolvimento necessita da preservação. É o que queremos” (Folha de São Paulo, 2008). Com ou sem *necessidade de preservação*, à prefeitura municipal cabe, também, implementar políticas que coíbam e impeçam a invasão e a ocupação de áreas destinadas à conservação, protegidas por legislações a elas soberanas.

As discussões sobre o novo Plano Diretor participativo de Ubatuba/SP, ocorridas em 2006, apontaram que, desde a vigência do Plano Diretor Físico de Ubatuba (1984), ocorreu uma explosão imobiliária no município promovida pelo Plano Cruzado (1986), que somadas ao advento da construção das Rodovias Piaçaguera–Guarujá e Rio–Santos, na década de 1970, produziu consequências devastadoras na região. Assim, o novo Plano Diretor municipal traz algumas considerações sobre essas consequências, citadas no Mapeamento de Áreas de Risco do município de Ubatuba/SP (INSTITUTO GEOLÓGICO, 2006) e apresentadas em seguida.

Segundo o texto do novo Plano Diretor do município (INSTITUTO GEOLÓGICO, Op.Cit.), a massa construída em toda a cidade de Ubatuba/SP é de má qualidade no que se refere aos espaços livres, ventilação entre os edifícios, praças, afastamento entre os enormes blocos de apartamentos. Tal situação vem provocando a concentração excessiva de veículos em áreas residenciais, ocupação indiscriminada totalmente irregular de praças, calçadas e orla marinha, constituindo assim um conjunto degradado.

Neste sentido, o novo texto da lei afirma que toda lógica econômica resultante dos índices e taxas de aproveitamento dos lotes precisa agora ser reformulada, tendo como meta a qualidade ambiental, da paisagem e a preservação dos locais de interesse turístico, pressupostos fundamentais de atração turística. Isso se daria pela redução adequada dos índices de ocupação e construção a padrões específicos para as peculiaridades de cada zona (INSTITUTO GEOLÓGICO, Op. Cit.).

No estudo sobre o *Uso e Ocupação do Solo na Zona Costeira do Estado de São Paulo*, Afonso (1999) parte da hipótese de que os padrões ocupacionais na Zona Costeira Paulista ao invés de permitir o desenvolvimento sustentável, têm causado um quadro de degradação ambiental tanto mais grave quanto mais intensa a utilização humana.

A autora relata que, nos vulneráveis sistemas costeiros naturais, são despejados efluentes das atividades agrícola e industrial produzidos nas imediações ou carreados pelos rios, resíduos provenientes do tráfego marítimo e das atividades urbanas, tais como esgotos e lixo. Aumentando esse já intenso estresse ambiental, a urbanização crescente e a consequente demanda por terra trazem ainda desmatamentos e aterros (AFONSO, Op. Cit.).

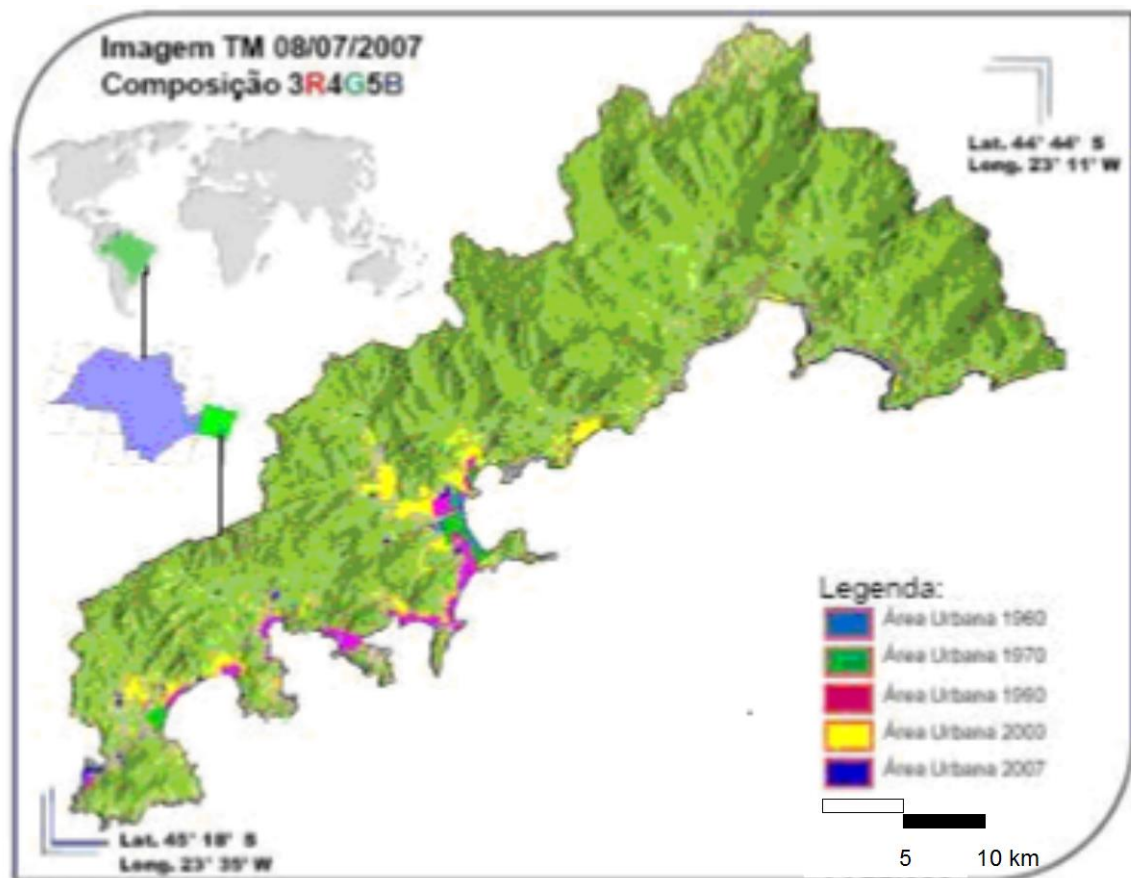
Segundo Leite (1992, apud AFONSO, 1999), a natureza e cultura juntas, como processos interagentes, conferem forma e individualidade aos lugares. Os ritmos de produção, transporte e consumo, por exemplo, interagem com os ritmos climático, hidrológico e biológico para moldar uma paisagem cujos padrões de produção e utilização variam de acordo com o contexto específico da sociedade. Uma paisagem modificada pelo homem não é, portanto, uma paisagem antinatural, mas uma paisagem cultural que deve atender tanto a critérios funcionais quanto estéticos. Assim sendo, não pode ser planejada de acordo apenas com prioridades econômicas rigorosas que levam à perda dos valores ambientais para, posteriormente, ser embelezada, num ato de redenção estética, pela inserção de elementos românticos pseudo-naturais.

Diante das considerações expostas, a análise dos ritmos da urbanização em Ubatuba/SP persegue um panorama ou quadro evolutivo, que pode ser facilitado pela observação das figuras anteriores, sintetizadas na figura seguinte (Figura 21) e na Tabela 15, cujos resultados serão retomados nos capítulos seguintes (II.4 e II.5).

Assim, a Figura 21 apresenta a evolução da mancha urbana do município de Ubatuba/SP durante todo o período mapeado por Caridade (2009), ou seja, de 1960 a 2007. Deste modo, a figura seguinte destaca a fase mais marcante da urbanização no decorrer da série temporal analisada: o avanço da ocupação sobre as encostas da Serra do Mar, sobretudo, na década de 1990, que abrange o período de 1991 a 2000 (imagem de 2000).

Em síntese, o ritmo acelerado da urbanização durante a década de 1990 promoveu o avanço da ocupação sobre áreas de encostas, naturalmente suscetíveis aos processos geodinâmicos de movimentos gravitacionais de massa, desastres naturais cujo tipo mais comum no litoral paulista é o deslizamento de terra.

Figura 21.
Ubatuba/SP: mancha urbana do município – 1960 a 2007



Fonte: Caridade (2009); escala aproximada adaptada para este trabalho.

A intensificação desse processo de expansão urbana no decorrer do período indica agravar a situação de risco dessas novas áreas ocupadas, que expõem sua população ao perigo de serem vitimadas pelos deslizamentos de terra.

Considerando-se que a presente investigação busca o entendimento das imbricações entre os ritmos, e que esses implicam em apresentar possíveis mudanças ou variação que devem ser observadas no decorrer de um período, a análise necessariamente destaca a atualidade, a situação ou condições atuais, frente à evolução dos fenômenos nas décadas anteriores.

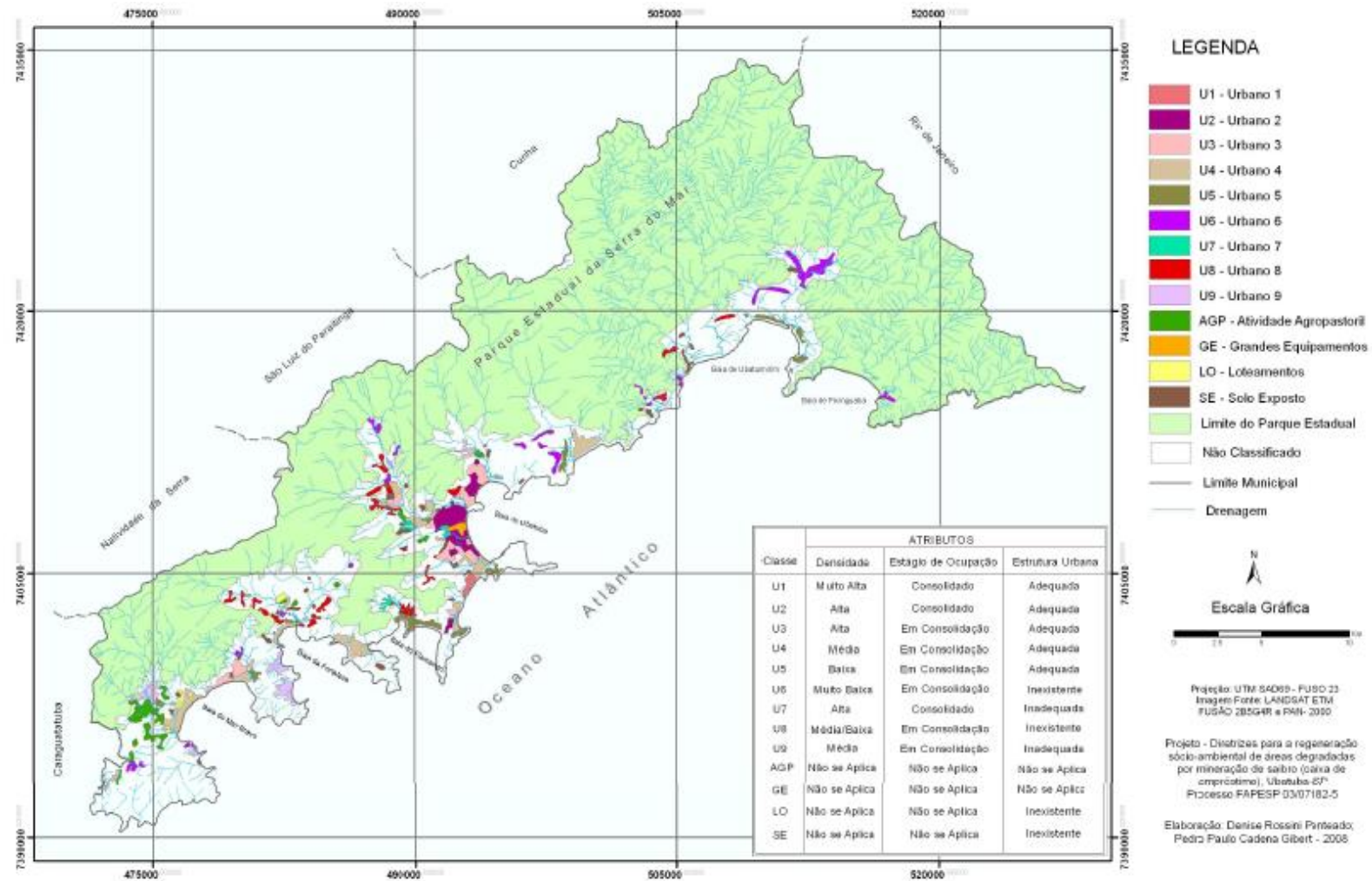
Com isso, o mapeamento de uso e ocupação do solo urbano de Ubatuba/SP, realizado por Ferreira et al (2008), oferece um detalhamento espacial desses aspectos que refletem o estágio atual e as características da urbanização no município. O projeto desenvolvido pelos autores apresenta dois produtos na escala 1:50.000, reproduzidos nas figuras seguintes: mapa para a área urbana consolidada (Figura 22) e outro para os setores de encosta (Figura 23), correspondentes à porção territorial acima de 20 metros de altitude.

O levantamento realizado pela equipe partiu da interpretação visual da imagem Landsat7-ETM e da identificação, nesta escala de abordagem, de 13 classes de uso do solo, conforme atributos previamente definidos. Especificamente para o uso urbano do solo, foram identificados 9 tipos de ocupação, diferenciados quanto à densidade, o estágio de ocupação e a estrutura urbana.

A Figura 22 traz o Mapa de Uso e Ocupação do Solo Urbano de Ubatuba/SP (FERREIRA et al, Op.Cit.), em que se verifica o predomínio da classe de uso do tipo *Solo Exposto (SE)*, que corresponde às áreas desocupadas que são consideradas destinadas à ocupação urbana, a qual integra 25% do total de unidades mapeadas. Em seguida, destacam-se as classes *Urbano 8 (U8)* e *Urbano 6 (U6)* – chácaras residenciais, que correspondem, cada uma delas, a mais de 13% do número total das unidades. O relatório salienta que a classe *Urbano 8 (U8)* aparece na forma de vários polígonos distribuídos nas porções mais periféricas do município, ocupando as planícies interiores e áreas de encosta. Essa classe refere-se às unidades de uso com o mais baixo padrão de ocupação na área mapeada, associada a invasões e favelas. Essas unidades se encontram em estágio de consolidação, com grande número de espaços vazios, caracterizadas pela inexistência de estrutura urbana (FERREIRA et al, Op.Cit.).

Figura 22.

Ubatuba/SP: mapa de uso e ocupação do solo urbano - 1:50.000 (FERREIRA et al, 2008)



A ocupação dos setores de encosta, áreas naturalmente mais suscetíveis à ocorrência de processos geodinâmicos (como deslizamentos de terra, por exemplo), e, portanto, mais vulneráveis, potencializa o perigo de ocorrência destes processos.

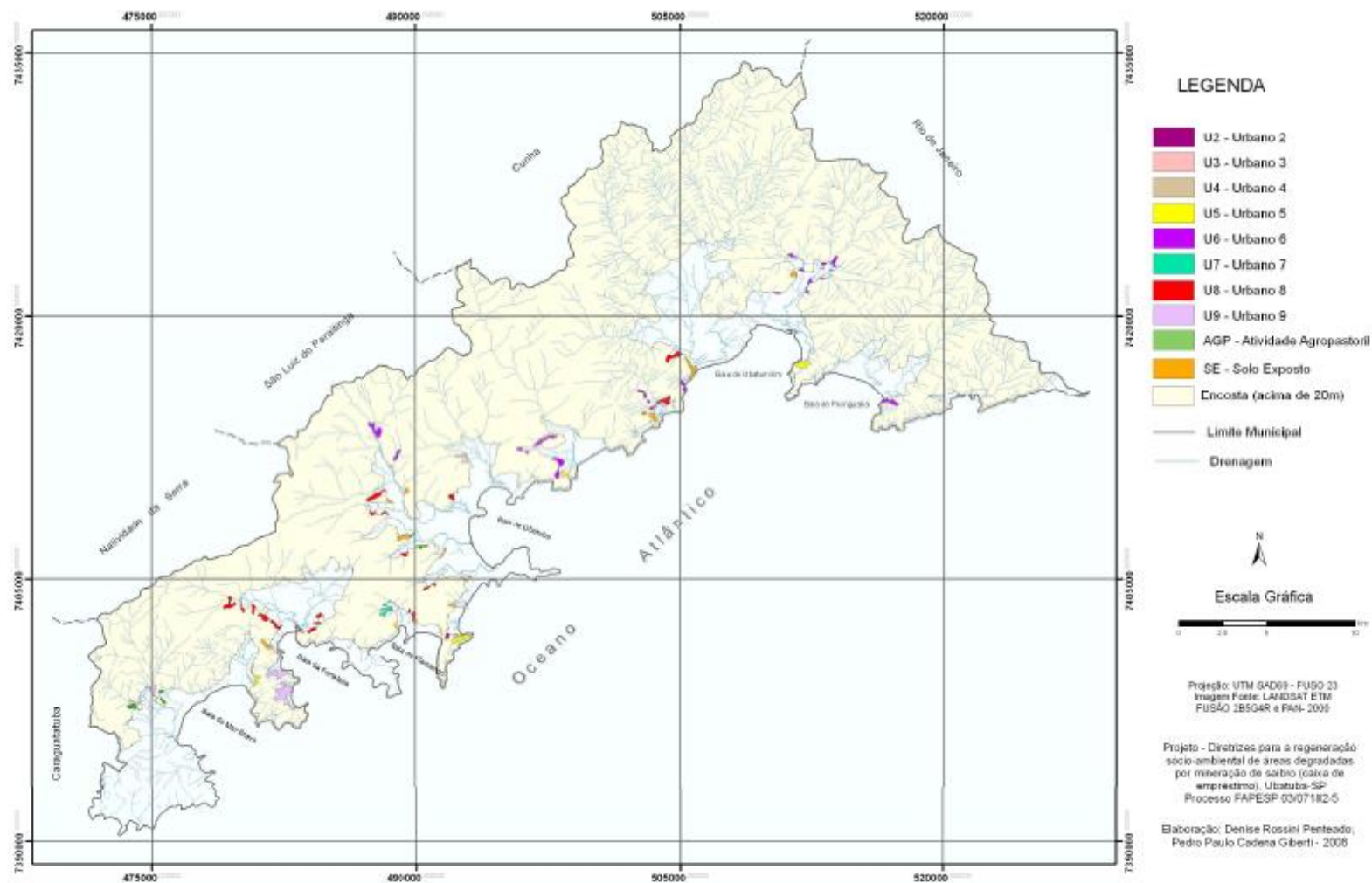
Assim, a Figura 23 destaca as unidades de uso e ocupação do solo que atualmente avançaram para os setores de encosta em Ubatuba/SP, conforme o mapeamento de Ferreira et al (2008). Segundo o relatório, algumas unidades (polígonos) aparecem integralmente nas áreas de encosta com altitude acima de 20 metros; outras unidades aparecem parcialmente, na forma de pequenas manchas recortadas. Visualmente é possível constatar neste produto uma expressiva ocorrência de manchas da classe de uso *Urbano 8 (U8)*, correspondente às unidades de mais baixo padrão de ocupação mapeadas. Além dessas áreas, também se constata a ocorrência da classe *Urbano 9 (U9)* nas encostas, que está relacionada às unidades de mais alto padrão de ocupação, compreendendo grandes condomínios de segunda residência.

Na área do município foram identificadas 84 unidades de uso ocupando setores de encosta, seja de forma integral ou com porções de suas áreas. A maioria das unidades é de *SE – Solo Exposto* (22,6%), seguida pelas classes *Urbano 8* (20%) e *Urbano 6* (18%). A distribuição dos diferentes polígonos permite inferir uma possível tendência de ocupação no município, que deve ser considerada nas políticas de controle da expansão urbana (FERREIRA et al, Op. Cit.).

Quanto à frequência relativa da área ocupada por cada classe de uso em setores de encosta, observa-se que a classe *SE – Solo Exposto* apresenta grande parte da área mapeada nas encostas (79%). Segundo os autores, tal tendência deve ser considerada, já que o solo exposto aumenta a suscetibilidade ao desenvolvimento de processos de deslizamentos e de erosão nestas porções de terreno do município.

Figura 23.

Ubatuba/SP: mapa de uso e ocupação do solo urbano em setores de encosta - 1:50.000 (FERREIRA et al, 2008)



Outras duas classes que se destacadas no relatório são a *Urbano 8* e a *Urbano 7* (alta densidade de ocupação), que incluem unidades de favelas de muito baixo padrão de ocupação ou áreas de invasão, as quais totalizam uma frequência em área em encosta de 66,8% (respectivamente, 43,7% e 23,1%). Segundo os autores (FERREIRA et al, 2008), este resultado é preocupante, uma vez que, nestas áreas com ocupação de maior vulnerabilidade e com maior probabilidade de ocorrência de perigos geológicos, há uma maior possibilidade da presença de áreas de risco. O trabalho também destaca a pressão que a ocupação urbana exerce sobre o Parque Estadual da Serra do Mar, uma das mais importantes unidades de conservação do Estado de São Paulo, que pode ser observada comparando-se os limites do parque com algumas unidades que o interceptam ou o ultrapassam. Neste último caso, o relatório aponta que já é possível observar as seguintes classes, com os respectivos percentuais de área ocupada em setores de encosta:

<i>U6 (Urbano 6)</i> –	chácaras residenciais, 13%/área;
<i>U8 (Urbano 8)</i> –	favelas e invasões, 24,7%/área;
<i>U9 (Urbano 9)</i> –	grandes condomínios, 4,9%/área;
<i>AGP</i> –	atividade agropastoril, 3,2%/área;
<i>SE</i> –	solo exposto, 29,9%/área.

Assim, os aspectos verificados na atual configuração das classes de uso e ocupação do solo urbano em Ubatuba/SP questionam as idéias anteriormente discutidas, sobre a proteção do patrimônio natural e as intenções manifestadas no plano diretor municipal. Nem legislações ambientais ou políticas municipais mais restritivas, nem tão pouca a própria barreira natural imposta pelas condições físicas do terreno, nada parece conter a expansão urbana sobre as encostas da Serra do Mar, que oferecem perigo constante à população que ali ocupa e que está sujeita aos efeitos catastróficos provocados pelos processos geodinâmicos.

II. 4. OS RISCOS E AS VULNERABILIDADES SOCIOAMBIENTAIS EM UBATUBA/SP: DESLIZAMENTOS DE TERRA

Este capítulo busca trazer elementos que subsidiem a discussão sobre a problemática dos riscos e vulnerabilidades a deslizamentos de terra, apresentando uma caracterização do município de Ubatuba/SP, por meio de levantamentos já existentes, compostos de informações e mapeamentos mais detalhados da área, sobretudo, nos aspectos geológico-geotécnicos.

A análise e as considerações sobre as possíveis origens e a própria evolução da questão apresentada nesta tese compõem o capítulo subsequente, que trata das imbricações entre os ritmos.

Os conceitos de risco e vulnerabilidade defendidos anteriormente são aqui resgatados para tratar da problemática em questão. Assim, compreende-se *risco* como uma condição potencial ou uma probabilidade de ocorrência de um acidente, um efeito adverso, que acarreta em algum dano a uma população, pressupondo sempre uma perda. Neste sentido, o *risco* só existe para o sujeito ou população que o percebe como tal, como uma ameaça ou um perigo ao qual está continuamente exposta (Capítulo I. 3).

A *vulnerabilidade* é um fator que compõe a análise de risco. Pode ser entendida como uma consequência dos inúmeros aspectos ao qual o meio está exposto, um estado determinado pelas condições físicas, sociais, econômicas e ambientais, as quais podem aumentar a suscetibilidade de uma comunidade ao impacto de eventos extremos e perigosos. *Vulnerabilidade* refere-se sempre a algum elemento que, submetido a este ‘estado/situação’, pode ser conduzido às perdas e danos (Cap. I.3). Neste caso, o elemento em risco se refere à moradia. Portanto, moradias vulneráveis são ocupadas por uma população que está exposta ao perigo de ocorrência dos deslizamentos de terra.

Deste modo, acredita-se que os riscos e vulnerabilidades aos deslizamentos de terra em Ubatuba/SP podem ser traduzidos a partir da análise integrada dos aspectos destacados anteriormente nos ritmos da chuva e da urbanização no município, e embasados pela caracterização que segue.

Conforme já discutido, o processo de ocupação dessa porção do território se dá, basicamente, sob a lógica da urbanização corporativa, em que o crescimento urbano das cidades dos países não desenvolvidos faz a economia imperar enquanto condutora do Estado, em detrimento à justiça ou às demandas sociais (SANTOS, 1993).

A urbanização do município, de certa forma, reflete um modelo predominante em todo o litoral, onde se observam grandes contrastes nos diferentes padrões de uso e ocupação territorial: as áreas próximas à orla marítima, mais valorizada e disputada, predominam uma população de maior poder aquisitivo, a especulação imobiliária e o turismo; ao passo que os espaços mais distantes da praia, de acesso e condições difíceis, em geral, são precariamente ocupados por uma população que não possui melhor renda e outra possibilidade de escolha para implantarem suas moradias e viverem.

A Foto 2 retrata um exemplo de área do município considerada de alto risco a movimentos gravitacionais de massa do tipo deslizamentos de terra. Nota-se a precariedade da ocupação e a carência nas instalações, aspectos que comprometem a estabilidade do terreno e, conseqüentemente, a segurança dos moradores, agravando o risco.

Na Figura 24, o mapeamento em ortofotos (2006) realizado pelo Instituto Geológico (SMA/SP) traz um exemplo de área classificada como de risco muito alto a deslizamentos de terra em Ubatuba/SP, semelhante à retratada na foto seguinte.

Foto 2.

Ubatuba/SP: exemplo de área de risco elevado a deslizamentos de terra

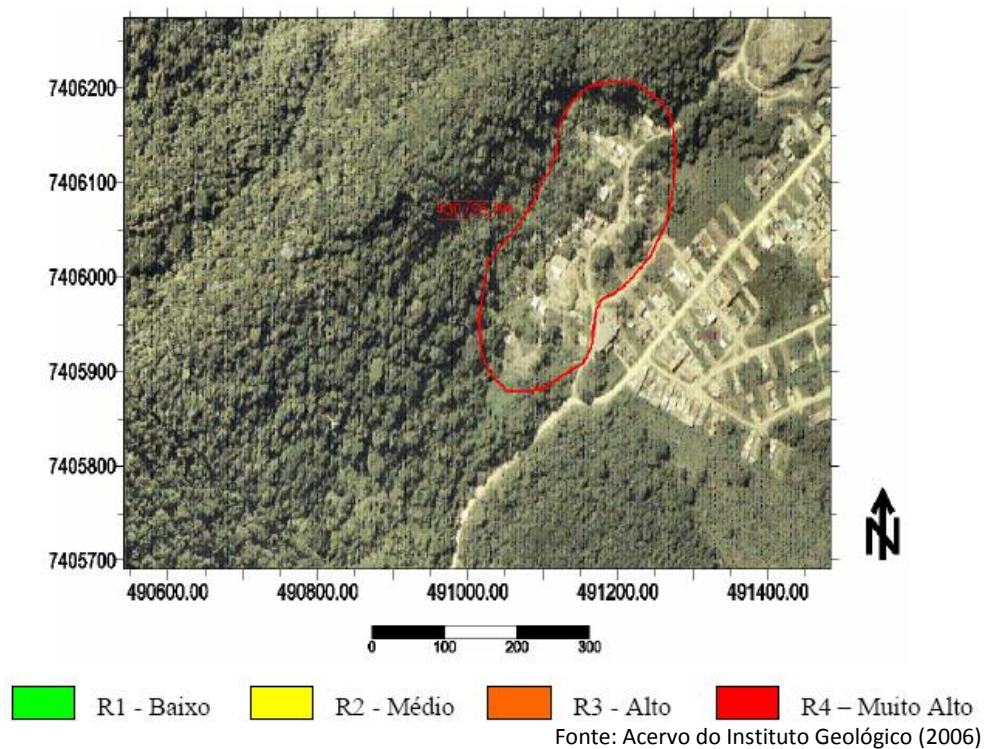


Fonte: Acervo do Instituto Geológico (2006)

Figura 24.

Ubatuba/SP: área de risco muito alto a deslizamentos, com presença de assentamentos precários – Estufa II

A30_ Estufa II - a



O local da figura refere-se a uma área de ocupação recente (Estufa II) que avança sobre as bordas do Parque Estadual da Serra do Mar.

As ortofotos fazem parte do projeto *Mapeamento de áreas de riscos associados a escorregamentos e inundações no município de Ubatuba/SP* (INSTITUTO GEOLÓGICO, 2006), e também foram utilizadas por Ferreira et al (2008).

O referido mapeamento apresentou como resultado a delimitação de 149 setores de risco distribuídos ao longo do município. Tais setores foram classificados em graus diferenciados pelos seguintes critérios: a probabilidade de ocorrência dos processos geodinâmicos envolvidos, a tipologia desses processos e a severidade dos potenciais eventos. Segundo o relatório, do total de setores levantados, 122 apresentaram risco a deslizamentos em encostas e 27 risco à inundação. As áreas de risco mapeadas pelo estudo em Ubatuba/SP são classificadas entre riscos baixo, médio, alto e muito alto (INSTITUTO GEOLÓGICO, Op. Cit.), conforme mostra a Figura 25.

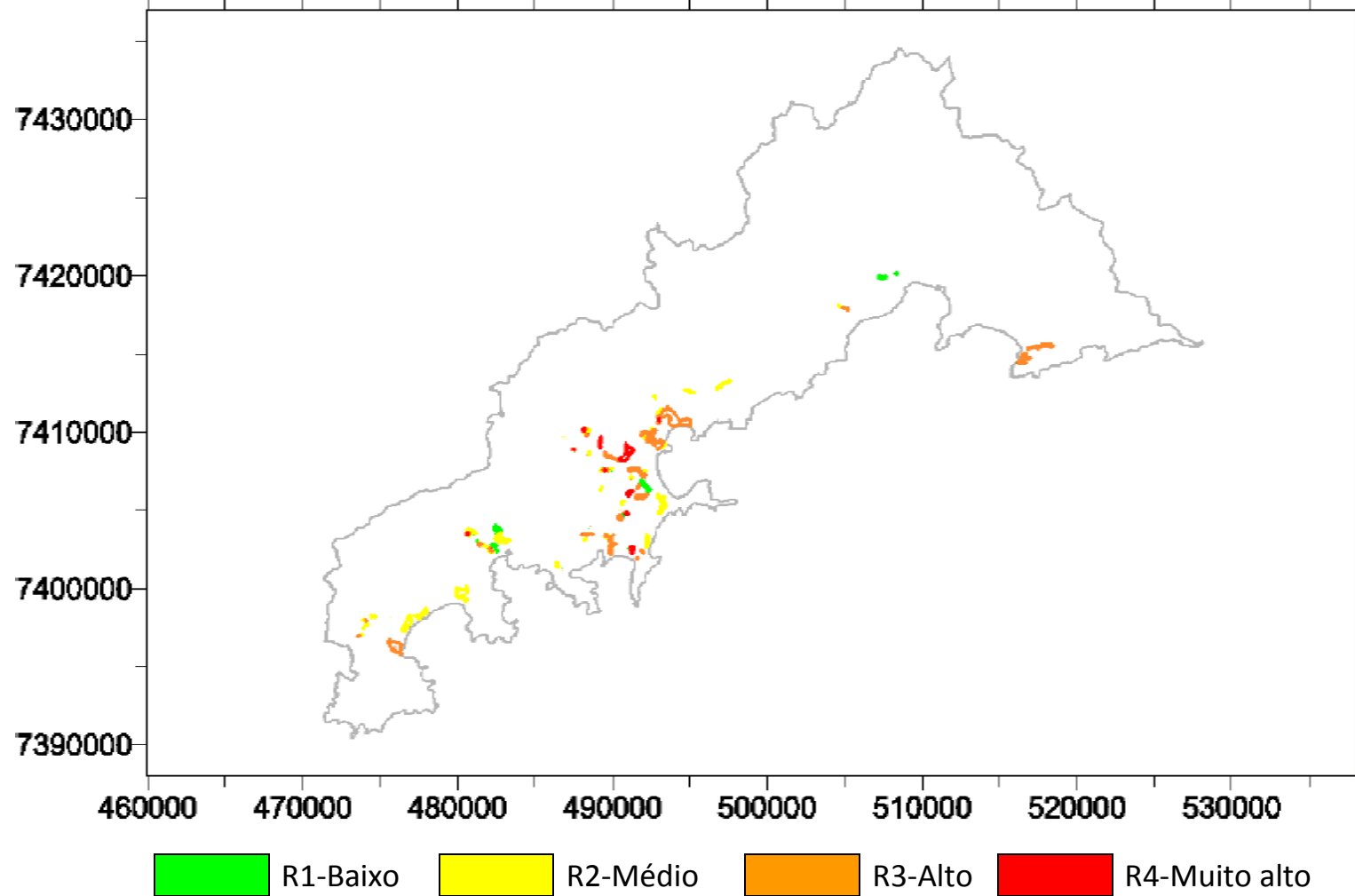
A classificação do grau de risco de cada setor, com relação aos deslizamentos, queda e rolamento de blocos rochosos foi assim distribuída:

- 19 setores – risco baixo – 16% do total;
- 52 setores – risco médio – 42% do total;
- 36 setores – risco alto – 30% do total;
- 15 setores – risco muito alto – 12% do total.

O levantamento identificou um total de 5.126 moradias como sujeitas a algum tipo de risco nos setores mapeados, sendo que 2.251 foram consideradas em áreas sujeitas a deslizamentos, classificadas quanto ao grau de risco conforme os dados seguintes.

Figura 25.

Ubatuba/SP: áreas de risco a deslizamentos e inundações (INSTITUTO GEOLÓGICO, 2006)



266 moradias – risco baixo – 12% do total de moradias;
874 moradias – risco médio – 39% do total de moradias;
912 moradias – risco alto – 40% do total de moradias;
199 moradias – risco muito alto – 9% do total de moradias.

Quanto ao risco à inundação/solapamento de margens, o mapeamento (INSTITUTO GEOLÓGICO, Op. Cit.) apresentou os seguintes resultados:

5 setores – risco baixo – 426 moradias;
10 setores – risco médio – 723 moradias;
10 setores – risco alto – 1.561 moradias;
2 setores – risco muito alto – 165 moradias.

O número de moradias foi estimado através da observação e contagem direta em imagens de satélite e, em algumas áreas, por meio de verificação em campo (INSTITUTO GEOLÓGICO, Op.Cit.).

As áreas de risco mapeadas e classificadas com probabilidade muito alta de ocorrência de deslizamentos de terra em Ubatuba/SP estão assim localizadas: estrada do Corcovado; Sertão do Perequê-Mirim/Morro do Funhanhado; Enseada; Sertão da Sesmaria; Estufa II; Bela Vista; Ipiranguinha; Sumidouro/Perequê-Açu; Cachoeira do Macacos/Morro das Moças; e Picinguaba (INSTITUTO GEOLÓGICO, Op.Cit.).

O município de Ubatuba/SP também foi área de investigação em ensaio sobre a avaliação de metodologias de análise de risco a deslizamentos, em tese de doutorado defendida por Tominaga (2007). A pesquisa destacou que a maior parte dos terrenos do município de Ubatuba/SP é formada por escarpas e maciços costeiros da Serra do Mar, sustentada por rochas gnáissicas e migmatíticas do embasamento cristalino de idade pré-cambriana. Tais terrenos são propícios ao

desenvolvimento de processos de instabilização, como os deslizamentos de terra, e encontram-se, em grande parte, cobertos por importantes remanescentes florestais da Mata Atlântica, os quais são preservados em unidades de conservação ambiental (Parque Estadual da Serra do Mar – PESM e Parque Nacional da Serra da Bocaina).

A autora ainda aponta que o incremento populacional na região e a valorização imobiliária dos terrenos localizados em áreas planas, vêm acarretando a ocupação desordenada das vertentes instáveis, nas porções abaixo do limite do PESM, expondo as populações destas áreas aos perigos decorrentes dos processos de escorregamentos (TOMINAGA, Op.Cit.).

A Figura 26 traz o Mapa de perigo a escorregamentos, e a Figura 27, o Mapa de risco a escorregamentos, ambos realizados na escala 1:10.000 por Tominaga (Op. Cit.).

Figura 26.
Ubatuba/SP: mapa de perigo a escorregamentos no Perequê-Mirim (TOMINAGA, 2007)

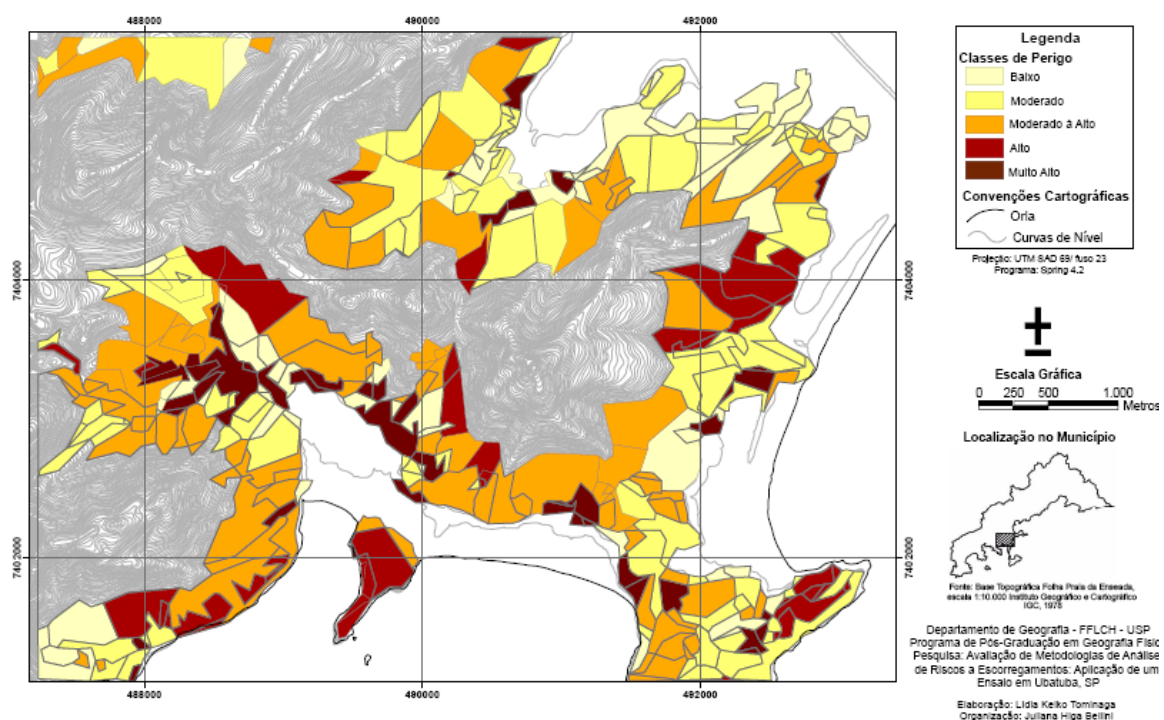
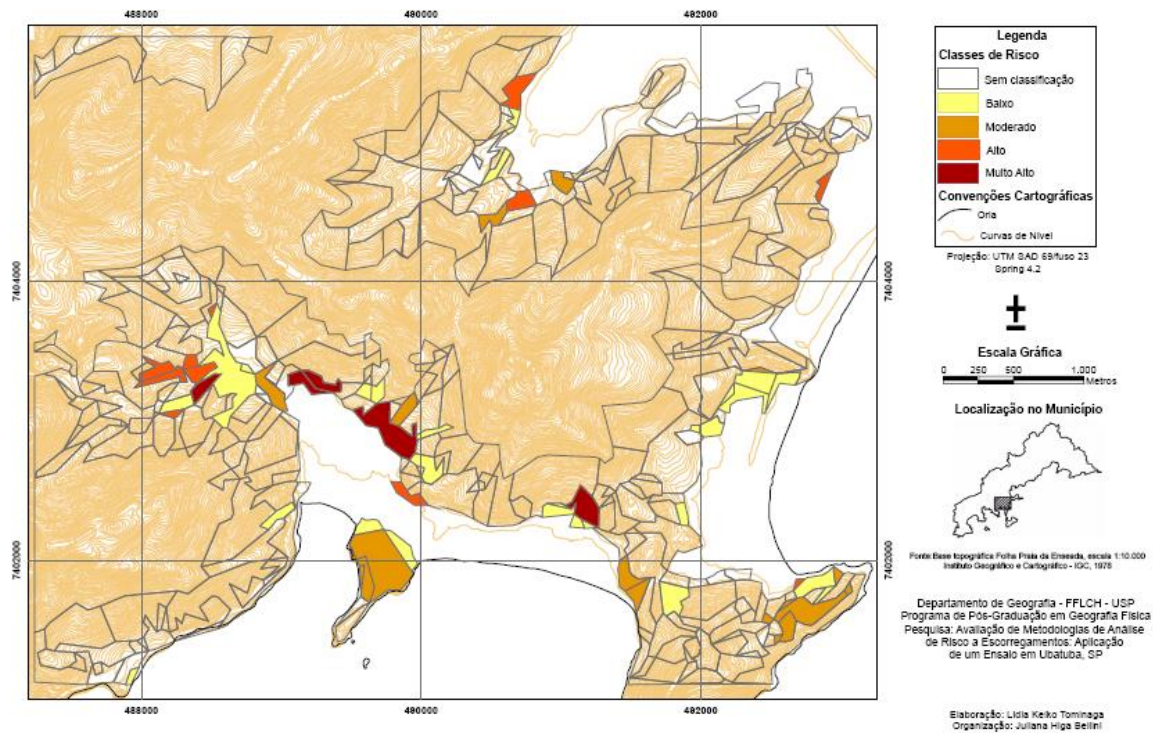


Figura 27.

**Ubatuba/SP: mapa de risco a escorregamentos no Perequê-Mirim
(TOMINAGA, 2007)**



A área refere-se a uma porção do município de Ubatuba/SP conhecida como Perequê-Mirim, e seu entorno, onde já houve registros de deslizamentos de terra.

As fotos seguintes (Foto 3 e Foto 4) mostram aspectos de duas áreas consideradas de alto risco a deslizamentos de terra, que podem se tornar muito perigosas durante episódios de chuvas intensas.

Os trabalhos e mapeamentos anteriores, sobre riscos e perigos a deslizamentos de terra, abordaram a problemática de acordo com suas especialidades, levantando, de diferentes maneiras, a preocupação na relação entre risco, vulnerabilidade e clima. No entanto, os estudos geralmente consideram o fator climático somente um condicionante de suscetibilidade natural da superfície. A variabilidade e os extremos do clima, expressos em seus ritmos, assumem papéis secundários na

composição analítica do problema, o que pode simplificar e comprometer o entendimento da questão.

Foto 3.

Ubatuba/SP: exemplo de área de risco elevado com assentamentos precários



Fonte: Acervo do Instituto Geológico (2006)

Foto 4.

Ubatuba/SP: exemplo de área de risco elevado com assentamentos precários



Fonte: Acervo do Instituto Geológico (2006)

No contexto de uma avaliação mais criteriosa das áreas de risco a deslizamentos de terra na Serra do Mar, surge a demanda por análises pluviométricas mais detalhadas associadas a esses processos, visando aprofundar o conhecimento climatológico existente sobre a temática.

Desta forma, essa demanda conduziu, primeiramente, à realização de estudos por este autor e coautores iniciados no âmbito do projeto SIIGAL (SOUZA et al, 2005), já citado.

Em uma primeira etapa, as investigações foram realizadas para todo o litoral paulista e, posteriormente, para a porção do litoral norte paulista (municípios de Ubatuba/SP, Caraguatatuba/SP, Ilha Bela/SP e São Sebastião/SP).

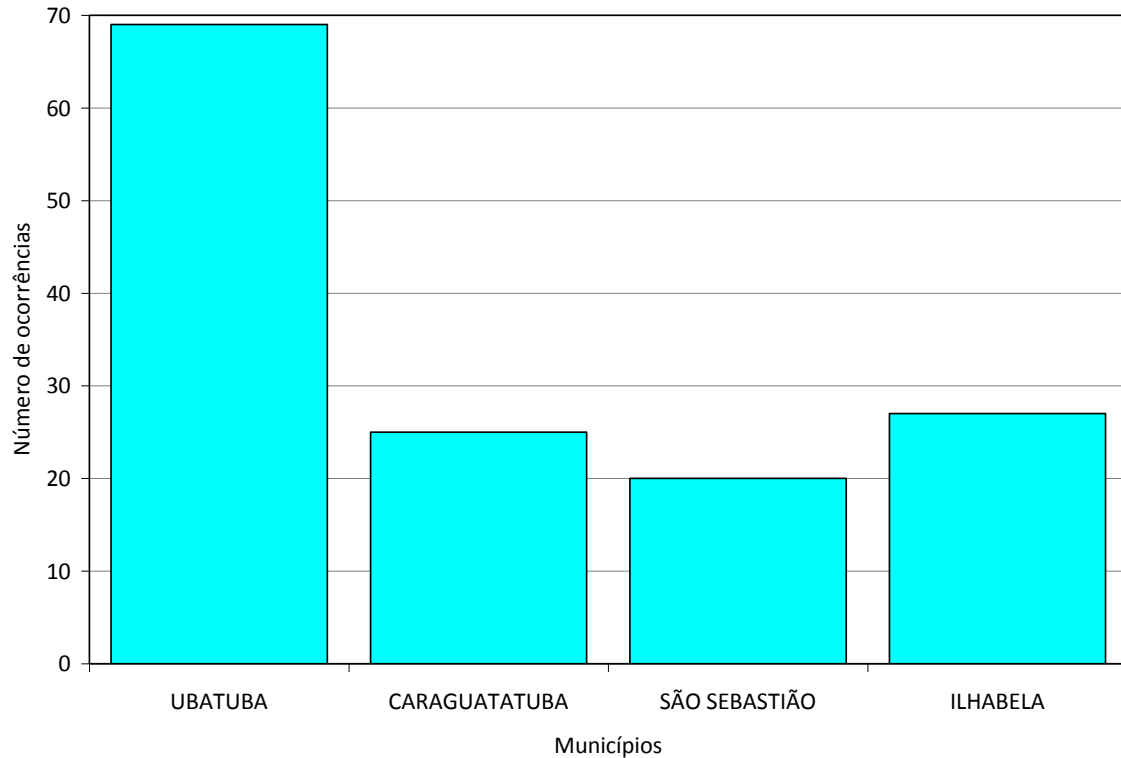
As pesquisas sobre essa relação entre as chuvas e os riscos tiveram prosseguimento em Ferreira et al (2008), especificamente para o município de Ubatuba/SP.

A evolução dos estudos sobre essa temática pode ser conferida em alguns trabalhos publicados, como em Tavares et al, (2003, 2004 e 2005). Os resultados obtidos serão retomados no capítulo seguinte (II.5).

As conclusões alcançadas por Tavares et al (2004), de certa forma, justificam a relevância em abordar essa temática na área. O trabalho aponta o município de Ubatuba/SP como àquele que registrou o maior número de ocorrências de desastres naturais relacionados a processos de movimentos gravitacionais de massa, conforme a figura seguinte (Figura 28), além de alcançar totais pluviométricos anuais e mensais mais elevados em comparação às demais localidades do litoral norte paulista.

Figura 28.

Litoral Norte/SP: número de ocorrências de movimentos de massa registradas por município entre 1989-2000 (TAVARES et al, 2004)



Contudo, novamente deve-se ressaltar que, apesar de a chuva ser considerada o elemento deflagrador dos processos de deslizamentos de terra, pois provoca a saturação e a movimentação do solo e rochas pela infiltração das águas pluviais, não deve ser tratada como principal responsável pelos processos.

As ocorrências de movimentos gravitacionais de massa, como os deslizamentos de terra, dependem de outros condicionantes naturais e dinâmicos da superfície terrestre, como a presença de solos rasos, rocha alterada e exposta, matacões, declividade das vertentes e cobertura vegetal, bem como de fatores sociais e também dinâmicos, por meio da ocupação humana que avança sobre áreas já naturalmente suscetíveis aos processos tratados (TAVARES et al, 2004).

Assim, as causas dos desastres também podem ser atribuídas à ação humana, que já demonstraram realizar uma série de práticas inadequadas (TAVARES et al, Op.Cit.), tais como: má execução de cortes e aterros, construção de fossas precárias, lançamentos indevidos de lixo e das águas servidas, situação que pode ser agravada quando há vazamentos de água das tubulações que captam e transportam as águas, acarretando em interferências no sistema natural de drenagem das águas pluviais e fluviais.

Para o enfrentamento das situações de risco aos deslizamentos de terra em Ubatuba/SP, o mapeamento dessas áreas pelo Instituto Geológico (2006) considera esse trabalho constitui importante instrumento para a priorização de medidas, e, em parte, pela adoção de intervenções estruturais e não estruturais conduzidas pelos poderes públicos.

As intervenções se referem, principalmente, aos seguintes aspectos: execução de obras de contenção e estabilização de taludes; realização de estudos e/ou intervenções que visem garantir a estabilidade de blocos rochosos; detalhamento de estudos geológico-geotécnicos; plantio de vegetação rasteira para a proteção dos taludes ou encostas naturais; construção e manutenção de sistemas de drenagem superficial; remoção preventiva de moradias; e o monitoramento das áreas de risco (INSTITUTO GEOLÓGICO, Op.Cit.).

O capítulo seguinte (II.5) busca abordar a questão dos deslizamentos de terra em Ubatuba/SP de forma ampla, conforme a metodologia proposta, considerando os principais fatores envolvidos em suas ocorrências, sob a perspectiva rítmica.

II. 5. IMBRICAÇÕES ENTRE OS RITMOS DO CLIMA E OS RITMOS DA URBANIZAÇÃO NA FORMAÇÃO DE RISCO A DESLIZAMENTOS DE TERRA EM UBATUBA/SP

A análise das imbricações entre os ritmos do clima e os ritmos da urbanização na formação de risco a deslizamentos de terra em Ubatuba/SP solicita, inicialmente, resgatar aqueles trabalhos que investigaram a associação do clima à ocorrência desse tipo de desastre no Brasil.

Conforme apontou Tominaga (2007), os primeiros ensaios de correlação entre a pluviosidade e os escorregamentos no Brasil foram realizados no final dos anos 50 do século XX. Porém, foram trabalhos pontuais e que apenas associaram a ocorrência dos escorregamentos aos registros diários de chuva (GUIDICINI E NIEBLE, 1984 apud TOMINAGA, Op.Cit.).

Os autores Guidicini & Nieble (Op. Cit.) já destacavam que na região tropical úmida brasileira, a associação dos escorregamentos à estação das chuvas e, notadamente às chuvas intensas, é de conhecimento generalizado. Na estação chuvosa, que em geral corresponde ao verão, as frentes frias encontram as massas de ar quente tropicais ao longo da costa sudeste brasileira, provocando fortes chuvas e tempestades. Estas chuvas, muitas vezes, deflagram deslizamentos que, não raro, podem se tornar catastróficos.

Contudo, somente no início dos anos de 1970 é que a questão dos desastres naturais tornou-se um problema de maior destaque no Brasil, sobretudo com a repercussão das destruições ocorridas na primavera-verão de 1966/1967. Durante o período, uma sequência de deslizamentos de terra e rochas ocorreu em trechos da Serra do Mar, sobretudo em Cubatão/SP e Caraguatatuba/SP, sob totais pluviais diários e acumulados elevados.

As chuvas desse biênio 1966/1967 foram tratadas por Cruz (1974) em sua tese de doutorado intitulada *A Serra do Mar e o litoral na área de Caraguatatuba: contribuição à geomorfologia tropical litorânea*, em que analisou o local severamente atingido pela pluviosidade extrema. A autora produziu detalhada análise geomorfológica e da climatologia regional, utilizando-se da análise rítmica proposta por Monteiro (1971), aplicada aos municípios do litoral norte paulista, incluindo Ubatuba/SP.

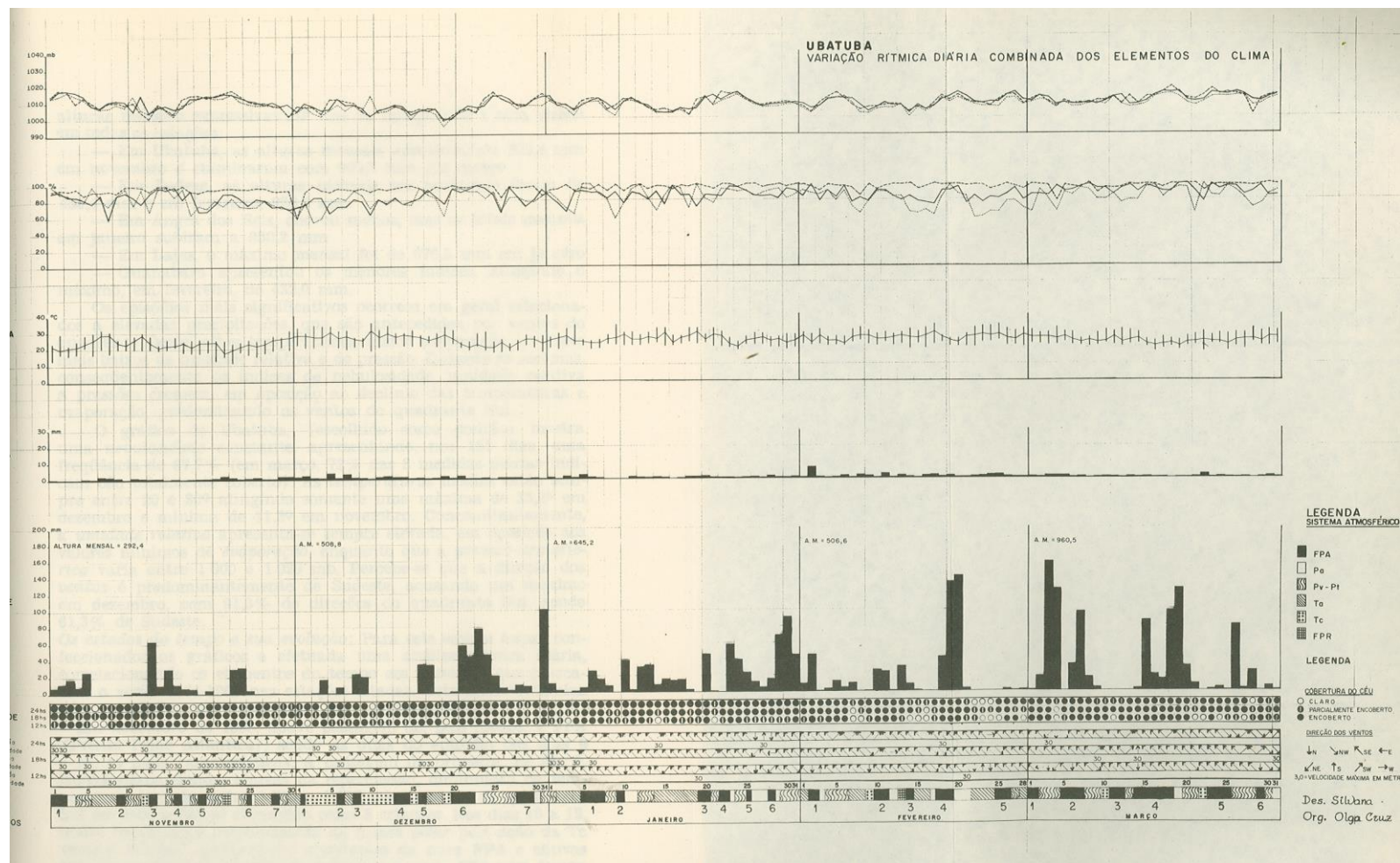
A Figura 29, extraída de Cruz (Op. Cit.), destaca a impressionante sequência de registros quase contínuos de chuvas entre os cinco meses analisados pela autora, de novembro de 1966 a março de 1967. No total, foram 90 dias de chuva para um período de 150 dias, agravados por uma série de episódios diários que superaram 100 mm e se concentraram no final do verão.

As consequências desse fenômeno despertaram à necessidade premente de elaboração de estudos técnico-científicos sobre a relação das chuvas com a ocorrência de desastres naturais desse tipo. Tais investigações já apontavam para a hipótese de que o problema é aparentemente agravado com o aumento populacional e de ocupação das encostas da Serra do Mar.

Neste contexto, o estudo de correlação entre chuva intensa e deslizamentos de terra no litoral paulista, realizado por Guiditini e Iwasa (1972), pode ser considerado pioneiro na tentativa de traduzir e equacionar os dados de chuva aos de deslizamentos de terra, voltados à aplicação técnica. Os autores demonstraram a preocupação em definir um limite de chuva acima do qual seriam desencadeados os deslizamentos, além de ressaltarem a importância da precipitação acumulada antecedente na deflagração desses processos.

Figura 29.

Ubatuba/SP: variação rítmica diária combinada dos elementos do clima – Nov/1966 a Mar/1967 (CRUZ, 1974)



Na década de 1980, Tatizana et al (1987a; 1987b) propuseram um coeficiente de precipitação crítica que considera a relação entre a precipitação acumulada antecedente, a intensidade horária da chuva e as características geotécnicas da área, como condicionantes favoráveis à deflagração dos deslizamentos de terra.

A partir de novas ocorrências catastróficas registradas no litoral paulista durante o verão de 1988, inclusive em Ubatuba/SP, o governo estadual paulista determinou, em regime de urgência (prazo de 100 dias), a elaboração de um relatório completo e detalhado sobre as instabilidades da Serra do Mar no Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1988). O objetivo foi identificar as áreas ocupadas sob risco frente aos processos de instabilização, e a proposição de medidas de prevenção, redução e eliminação desses riscos.

Os resultados alcançados nesse relatório subsidiaram a elaboração e a implantação do Plano Preventivo de Defesa Civil específico para escorregamentos nas encostas da Serra do Mar – PPDC. Os municípios do litoral norte paulista e Baixada Santista que compõem o Plano (PPDC) acompanham os registros pluviométricos diários acima dos quais determinam a mudança de fase de sua operação. Esses totais pluviais, de certa forma, correspondem aos episódios de chuvas intensas (volume elevado em 24 horas ou acumulado em 72 horas) capazes de deflagrar processos de movimentos de massa.

Para o litoral norte paulista, composto pelos municípios de Ubatuba/SP, Caraguatatuba/SP, São Sebastião/SP e Ilha Bela/SP, foi estabelecido o acumulado de chuva igual ou superior a 120 mm em 3 dias (72 horas).

Nos municípios mais densamente ocupados da Baixada Santista, Guarujá/SP, Santos/SP, São Vicente/SP, Cubatão/SP e Praia Grande/SP, o volume de chuva definido foi de 100 mm em até 3 dias.

Alguns municípios da região metropolitana e do interior paulistas também compõem planos de contingência da Defesa Civil, colocados em prática posteriormente. Em geral, foi estabelecido o volume pluvial de 80 mm como limite para mudança de estado de operação da Defesa Civil em grande parte dos municípios, com exceção de alguns localizados na região serrana da Mantiqueira.

Portanto, para cada lugar, o suporte físico e o tipo de uso e ocupação do terreno podem indicar o quanto um determinado volume de chuva pode ocasionar um desastre. Segundo Tavares et al (2004; 2005), os totais pluviais estabelecidos pelo PPDC têm correspondido satisfatoriamente às ações de prevenção da Defesa Civil relativas aos deslizamentos de encostas nos municípios do litoral norte paulista e Baixada Santista abrangidos pela Serra do Mar. Considerando que o PPDC objetiva, prioritariamente, evitar perda de vidas durante o período chuvoso, demonstra que pode ser aprimorado, uma vez que os deslizamentos de terra continuam a vitimar a população.

No contexto das ações governamentais, o Plano de Ação Federal da Zona Costeira do Brasil (BRASIL, 2005) também destaca que essa porção territorial abriga um mosaico de ecossistemas de alta relevância ambiental, cuja diversidade é marcada pela transição de ambientes terrestres e marinhos, com interações que lhe conferem um caráter de fragilidade. Por isso, requerem atenção especial do poder público, conforme demonstra sua inserção na Constituição Brasileira como área de patrimônio nacional.

Para a presente tese, o conhecimento precedente auxilia a análise evolutiva dos aspectos que compõem a problemática em questão. No entanto, os dados sobre as ocorrências de deslizamentos de terra passaram a ser registrados e sistematizados somente a partir da implantação do PPDC, ou seja, em 1989.

Assim, a análise das imbricações entre os ritmos do clima e os ritmos da urbanização em Ubatuba/SP na formação do risco aos deslizamentos de terra tem como foco os anos de 1989 a 1999, período abrangido pelos registros oficiais dessas ocorrências pela Defesa Civil e pelos dados pluviométricos detalhados, conforme a metodologia adotada na pesquisa.

As ocorrências anteriores ao período de operação do PPDC, registradas até o ano de 1988, foram obtidas pela Carta Geotécnica do Município de Ubatuba/SP, elaborada pelo Instituto Geológico/SMA e IPT/SCTDE (SÃO PAULO, 1992), que apresenta um levantamento desses processos desde 1978. Tais dados foram utilizados no contexto da análise das décadas de 1970 e 1980, porém não compuseram o detalhamento dos episódios tratados na série principal, de 1989 a 1999.

O ano de 2000 compõe parcialmente a análise, por dispor dos registros de deslizamentos de terra, porém, sem dados completos de precipitação pluviométrica.

A dinâmica social em Ubatuba/SP abordada nesta tese, sob uma perspectiva rítmica, apreende-se pela observação e análise evolutiva do comportamento populacional, que promove a desigual ocupação territorial no decorrer do tempo, com diferentes padrões e tipos de uso, aspectos da urbanização do município que resultam em significativas transformações na paisagem local, caracterizando seu ritmo.

Conforme já discutido no capítulo II.3, a disseminação de determinados padrões de uso e ocupação do solo, estes que representam aspectos relevantes para a compreensão da problemática da tese, podem induzir e, até, potencializar a ocorrência dos desastres do tipo deslizamentos de terra.

A análise do presente capítulo considera que a evolução das ocorrências de deslizamentos de terra registradas em Ubatuba/SP se reflete nos ritmos do clima e nos ritmos da urbanização do município no decorrer do tempo. Por isso, na medida em que se dispõe de dados, a análise evolutiva busca retroagir aos anos de 1950, quando o fenômeno dos desastres naturais ainda era pouco (re) conhecido.

ATÉ A DÉCADA DE 1950

A análise histórico-evolutiva da urbanização de Ubatuba/SP pode ser introduzida, de maneira geral, no contexto da ocupação litorânea brasileira, abordado pelo trabalho da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (BRASIL, 2005). O estudo aponta que os espaços de baixo adensamento demográfico do litoral do Brasil – historicamente locais de assentamento de comunidades tradicionais semi-isoladas – foram, nas últimas décadas, incorporados à economia de mercado, que tem a atividade turística e de veraneio como principal vetor de ocupação. A especulação imobiliária cada vez mais contribui para o deslocamento de populações tradicionais de pescadores, agricultores e extrativistas, causando, muitas vezes, também a degradação ou mesmo a destruição de áreas naturalmente sensíveis da região costeira.

A proliferação de balneários, de grandes projetos hoteleiros e de áreas de segunda residência representa ameaça à integridade dos ambientes costeiros e marinhos. A excessiva visitação em ambientes frágeis e/ou vulneráveis – como os recifes de coral, por exemplo – traz danos consideráveis à preservação. A especulação imobiliária na zona costeira tende a causar a ocupação inadequada do solo, a desfiguração paisagística e a destruição de ecossistemas, afetando e incrementando os conflitos com outras atividades (BRASIL, 2005).

O município de Ubatuba/SP se insere nesse contexto, onde, até o ano de 1950, apresentava uma população abaixo de 8.000 habitantes, que foi incrementada com mais 2.000 habitantes em uma década, atingindo uma área ocupada de 0,81 km² em 1960 (Tabela 15), proporções relativamente baixas de urbanização, porém, condizentes à época em questão – anterior à expansão da indústria automobilística, e à localização – mais distante da capital.

No entanto, o ano de 1956 foi destacado por Monteiro (1973) como representativo daqueles de elevada pluviosidade, causada, sobretudo, por episódios de chuvas no período seco muito acima do padrão médio, conforme a análise rítmica apresentada no trabalho, realizada também para Ubatuba/SP.

Para o autor, tratou-se de um ano de atividade excepcionalmente acentuada das massas polares que, principalmente no outono e no decorrer do inverno, investiram em ondas sucessivas e pouco espaçadas sobre o território do Estado de São Paulo. Durante o verão, as chuvas caídas no território paulista, segundo o ritmo habitual da circulação atmosférica regional, foram oriundas do sistema Tropical Atlântico, com exceção da faixa litorânea, onde as perturbações frontais, ampliadas pelo efeito orográfico, sobrepujam aquelas. As chuvas do outono, habitualmente entre 200 e 300 mm, passaram a ser superiores a 500 mm, atingindo mesmo valores acima de 800 mm (MONTEIRO, 1973).

Conforme a análise já apresentada no capítulo II.2, os totais pluviais mensais máximos registrados em Ubatuba/SP nos anos 1950 (1951 a 1960) ocorreram no mês de fevereiro, e não ultrapassaram os 700 mm, seguido de março, com a segunda maior frequência mensal mais chuvosa da década para os postos Picinguaba e Ubatuba (Tabelas 9 e 10), únicos da série em funcionamento no período.

DÉCADA DE 1960

A população de Ubatuba/SP, no decorrer da década de 1960, ultrapassa os 15.000 habitantes. A área total da mancha urbana atinge 3,76km² em 1970, um aumento de aproximadamente 3km² (Tabela 15).

Nesse período de 1961 a 1970, dezembro apresentou a maior frequência absoluta do mês mais chuvoso nos postos Picinguaba e Mato Dentro, este último se igualando com a frequência do mês de fevereiro, que foi mais elevada no posto Ubatuba (Tabela 9).

Os totais pluviais mensais máximos superam aqueles da década antecessora e se concentram em dezembro e março, atingindo valores próximos a 950 mm em Mato Dentro no mês de dezembro e em Picinguaba no mês de março, e de 736,9 mm no posto Ubatuba, também em março (Tabela 10).

DÉCADA DE 1970

Esta década subsequente correspondente ao período de 1971 a 1980 passa a ser abrangida pela análise pluviométrica detalhada realizada para o município. Sem dados espaciais da expansão da mancha urbana na localidade nesta década, o período foi destacado pelo maior índice de crescimento populacional da série analisada, de 74% (Tabela 15), além do expressivo aumento no número de domicílios, que ultrapassou 13.000 unidades, comparada as 5.417 unidades da década anterior.

Durante essa década, observou-se uma elevada variação na distribuição das chuvas no ano de 1973, com volumes pluviais muito superiores aqueles registrados sob um ritmo habitual (Tabelas 2 e 3), porém, sem registros de ocorrência de deslizamentos de terra no município.

O volume pluvial máximo absoluto em 24 horas da série no posto Mato Dentro foi registrado nessa década, no dia 15 de setembro de 1980, quando as chuvas atingiram o limite máximo de capacidade do pluviômetro, de 500 mm (Tabela 6).

O mês de janeiro concentrou a maior frequência absoluta dos totais pluviais diários iguais ou superiores a 80 mm/dia, seguido por fevereiro e março (Tabela 7).

O mês de dezembro ganha destaque como aquele que registrou a mais elevada frequência absoluta mensal com o maior número de dias com chuva na década em todos os postos, com exceção de Mato Dentro, que ocorreu em janeiro (Tabela 8).

A frequência absoluta do mês mais chuvoso ocorreu predominantemente em janeiro, seguido por fevereiro (Tabela 9). Os volumes máximos absolutos de chuva estiveram abaixo daqueles da década anterior, novamente com exceção do posto Mato Dentro, que manteve totais pluviais semelhantes aos registrados nos anos 1960 (Tabela 10).

Com relação à sequência chuvosa, foram poucas vezes que ultrapassaram o total de 300 mm, exceto em Mato Dentro, a localidade mais chuvosa da análise. O posto Picinguaba registrou uma sequência chuvosa que superou 300 mm; Ubatuba teve três episódios em que se aproximou dessa marca; e em Maranduba, houve três sequências de dias contínuos de chuva que superaram os 300 mm (Figura 15).

Embora as ocorrências de deslizamentos de terra analisadas na tese se referem ao período oficial de registros pelo PPDC, ou seja, a partir de 1989, processos geodinâmicos de movimentos gravitacionais de massa vêm ocorrendo em Ubatuba/SP, pelo menos, desde o final dos anos 1970, segundo o levantamento da Carta Geotécnica do Município de Ubatuba/SP (SÃO PAULO, 1992).

Os dados desse mapeamento revelam que as primeiras ocorrências estavam relacionadas à queda de barreiras na estrada Taubaté-Ubatuba (SP-125) e foram observadas em janeiro de 1978. Novas quedas de barreiras voltaram a interromper o tráfego de rodovias em março de 1979, desta vez atingindo também a SP-55, que interliga Ubatuba e Caraguatatuba.

DÉCADA DE 1980

Nos anos 1980, década compreendida pelo período de 1981 a 1990, o crescimento populacional de Ubatuba/SP manteve índice elevado, superior a 50%, porém, sinalizando o início de uma curva descendente. A área total da mancha urbana atinge 11,57km² em 1990, e o número de domicílios supera o dobro da década anterior, alcançando mais de 30.000 unidades (Tabela 15).

A década é marcada por eventos pluviais extremos, sobretudo, entre os outonos de 1983 e 1988, com destaque para o verão de 1985, o inverno e a primavera de 1986, o outono de 1987, e o verão e outono de 1988. O ano de 1984 representou a exceção do período, com chuvas bem abaixo do habitual (Figuras 8 e 9; Tabelas 2 e 3).

As estações do inverno e da primavera de 1986, extremamente chuvosas (Tabela 3), tornaram esse ano, em termos de variabilidade pluvial anual, o mais excepcionalmente chuvoso da década em Ubatuba/SP (Tabela 2).

Por outro lado, os volumes pluviais máximos absolutos em 24 horas nos postos Ubatuba e Maranduba foram registrados nessa década, porém, em fevereiro de 1988, com respectivamente, 277,5 mm/24 horas e 410 mm/24 horas (Tabela 6).

A pluviosidade elevada do verão e outono de 1988, observada em todo o litoral paulista, repercutiu na origem dos estudos para a implantação do PPDC, conforme já discutido. As ocorrências registradas nesse ano (SÃO PAULO, 1992) serão retomadas adiante.

As chuvas da década de 1980 foram objeto de investigação e análise rítmica realizadas por Sant'Anna Neto (1990), abordada no capítulo II.2.

O autor identificou os anos de maior destaque quanto aos extremos máximos e mínimos da chuva para todo o litoral paulista, além daqueles que podem ser considerados de comportamento habitual. A análise classificou o ano de 1983 como o mais chuvoso no litoral, e 1981, como de padrão habitual.

A participação dos sistemas atmosféricos durante um ano chuvoso e um ano habitual em localidades do litoral paulista compõe a tabela seguinte (Tabela 16), cujos dados foram extraídos da análise rítmica realizada por Sant'Anna Neto (Op.Cit.).

Tabela 16.

Litoral Paulista: participação dos sistemas atmosféricos (%), número de passagens da Frente Polar Atlântica e número de dias com chuva durante os verões de 1981 – ano de pluviosidade habitual e 1983 – ano chuvoso

<i>Municípios</i>	UBATUBA		SANTOS		IGUAPE		CANANÉIA	
<i>Anos</i>	1981	1983	1981	1983	1981	1983	1981	1983
Sistemas Frontais (%)	31,3	35,6	32,3	32,2	33,4	29,5	33,9	30,6
Sistemas Tropicais (%)	23,6	38,3	21,0	38,3	16,6	36,1	16,6	35,6
Sistemas Polares (%)	45,1	26,1	46,7	29,5	50,0	34,4	49,5	33,8
Passagens FPA	11	14	11	14	14	15	16	14
Dias com chuva	49	57	37	55	51	56	57	64

Dados: SANT'ANNA NETO (1990)

Embora 1983 não seja o ano mais chuvoso da década de 1980 em Ubatuba/SP para a análise dos ritmos do clima (capítulo II.2), registrou o outono chuvoso em todos os postos e o inverno, em geral, tendente a chuvoso, representando um excelente parâmetro comparativo com as demais localidades do litoral paulista, sobretudo, quanto à participação dos sistemas atmosféricos nos diferentes anos-padrão.

Os resultados da análise rítmica climatológica realizada por Sant'Anna Neto (Op.Cit.) apontaram para um significativo aumento no número de dias com atuação dos sistemas frontais no ano chuvoso em Ubatuba/SP, a maior participação percentual de todo o litoral.

A Tabela 16 destaca também o expressivo aumento percentual relativo da atuação dos sistemas tropicais e a redução relativa do número de dias com atuação dos sistemas polares no ano chuvoso em Ubatuba/SP, embora o número de passagens frontais tenha sido maior em comparação ao ano habitual.

O número de dias com chuva durante o verão de 1983 também supera àquele de 1981 e só não é maior ao registrado em Cananéia/SP, litoral extremo sul.

Os resultados obtidos na análise do capítulo II.2 em contraposição aos dados da tabela anterior (Tabela 16) indicam que, possivelmente, as participações dos sistemas frontais e tropicais em Ubatuba/SP poderia ser ainda superiores nos anos de 1985 e 1988 (Tabela 3), marcados por verões extremamente chuvosos comparados ao ano de 1983.

Durante a década de 1980 foi registrado um número maior de sequências chuvosas com totais pluviais mensais ainda mais elevados em relação à década anterior.

Os postos Picinguaba, Ubatuba e Maranduba tiveram duas sequências chuvosas que ultrapassaram 500 mm, sendo que, em 1988, no posto Ubatuba, uma sequência se aproximou dos 900 mm, a maior da série para a localidade. O posto Mato Dentro marcou cinco episódios de sequência chuvosa acima de 500 mm, sendo duas superiores a 800 mm (Figura 15). Em relação ao mês com o maior número de dias com chuva, destacaram-se dezembro, janeiro e outubro (Tabela 8).

O mês mais chuvoso da década foi novamente janeiro, porém, não se concentrando somente no primeiro mês do ano, mas se distribuindo pelos meses de outubro, dezembro, fevereiro, março e abril (Tabela 9). Da mesma forma que nas décadas anteriores, o mês de novembro não esteve entre os mais chuvosos nos anos 1980.

Os totais mensais máximos absolutos de chuva na década ocorreram, predominantemente, em fevereiro, nos postos Ubatuba (838,7 mm), Maranduba (899,1 mm) e Picinguaba (929,3 mm), todos registrados em 1988, sendo que em Ubatuba e Maranduba correspondem aos máximos absolutos da série. Mato Dentro atingiu a máxima mensal em janeiro de 1985, com 882,5 mm (Tabela 10).

O número máximo absoluto de dias da sequência chuvosa aponta claramente um aumento no número de dias e uma maior variabilidade mensal comparada à década anterior, com destaque para Mato Dentro, com 45 dias ininterruptos de chuva (Figura 13), registrados entre o final de fevereiro e início de abril de 1982.

Embora os dados analisados até aqui apontem para a uma elevação da variabilidade pluvial e a identificação de episódios pluviais mais intensos e extremos no ritmo climático na década de 1980, ainda não havia o acompanhamento preventivo, pela Defesa Civil, das ocorrências de deslizamentos de terra no município e sistematização dos registros até o ano de 1988.

No entanto, o levantamento realizado para a elaboração da carta geotécnica do município (SÃO PAULO, 1992) destacou a notícia de uma ocorrência de queda de barreira na SP-125 no início desta década, em janeiro de 1981. Após os três anos subsequentes sem registros, o ano de 1985 marcou a ocorrência de quedas de barreiras em oito localidades distintas do município, entre janeiro e fevereiro. O mês de abril de 1985 registrou o primeiro caso não associado à queda de barreira em estradas, mas sim, a deslizamentos de terra em morros (Morro das Moças). No ano seguinte, em fevereiro de 1986, outro caso de deslizamento de terra em área de morro próximo a um hotel. Novas quedas de barreiras ocorreram em março e dezembro desse ano, e abril do ano seguinte, com um único registro em 1987 (SÃO PAULO, Op.Cit.).

O ano de 1988, excepcionalmente chuvoso para todo o litoral norte paulista e baixada santista, foi marcado pelo agravamento das ocorrências de deslizamentos de terra e respectivas consequências em Ubatuba/SP, conforme aponta a relação desses eventos registrados na carta geotécnica do município (SÃO PAULO, Op.Cit.).

Houve quedas de barreira em onze trechos diferentes nas rodovias que cortam o município durante o mês de fevereiro de 1988, eventos que soterraram dois veículos (SP-55, próximo ao Perequê-Mirim) e provocaram a morte de seis pessoas (Saco da Ribeira). Outros deslizamentos ocorreram na Praia do Lázaro e na Praia Grande, e novamente, no morro do Saco da Ribeira, onde o desabamento de uma casa soterrou fatalmente duas crianças.

O ano prosseguiu com novas quedas de barreira em dois trechos da BR-101 no mês de maio, e um novo deslizamento de terra no Morro das Moças em junho de 1988, desta vez associado às escavações que ocasionaram o desprendimento de grande porção de terra, que soterrou três crianças que brincavam no local (SÃO PAULO, Op.Cit.). Esse último caso representa uma ocorrência induzida pela ação humana.

DÉCADA DE 1990

A década de 1990 consiste um período de grande importância para a análise, pois se trata do período em que há congruência temporal dos dados pluviais, da urbanização e dos deslizamentos de terra, favorecendo assim o melhor entendimento dos ritmos e suas imbricações.

Conforme já destacado na análise do capítulo II.3, o período de 1991 a 2000 representa a fase mais marcante e significativa da urbanização em Ubatuba/SP, onde seu ritmo acelerado intensificou a ocupação de setores de encostas da Serra do Mar (Figura 19), sobretudo, com assentamentos precários (Figura 23), promovendo a configuração de novas áreas de risco (Figura 25), uma vez que a expansão urbana, durante essa década, avançou, predominantemente, sobre terrenos já naturalmente suscetíveis aos processos geodinâmicos de deslizamentos de terra.

O município de Ubatuba/SP teve um incremento populacional próximo a 50% em uma década, atingindo o total de 66.644 habitantes no ano 2000, o que seguiu a tendência de desaceleração do ritmo de crescimento apontado nos anos 1980. No entanto, ainda é elevado e significativo comparado às médias estadual e federal.

A área da mancha urbana teve um aumento recorde de 13,72km² em 2000, o maior da série analisada, representando um crescimento espacial superior a 100% em uma década, passando a contar com 25,29km² da área total ocupada do município.

No ano 2000, o número de domicílios supera as 46.000 unidades, sendo que os domicílios desocupados (51,9%) superam, pela primeira vez, os ocupados (Tabela 15).

Do ponto de vista do ritmo do processo de urbanização, a análise requer um detalhamento das áreas ocupadas a partir da década de 1990, representadas, sobretudo, pela mancha urbana agregada ao município até o ano 2000 (Figura 19).

Tal etapa encontra subsídios nos mapeamentos de uso e ocupação solo urbano e de setores de encosta apresentados nas Figuras 22 e 23, cuja análise será retomada adiante, com o auxílio dos mapeamentos de risco representados pelas Figuras 25, 26 e 27.

Quanto ao ritmo climático na década de 1990, a distribuição qualitativa e quantitativa das chuvas expressa suas características, embora com um ano a menos na série de dados (1991-1999), comparado às décadas anteriores.

Durante esse período, com exceção do primeiro (1991) e último ano (1999), os demais se alternaram entre chuvosos, tendentes a chuvosos e habituais.

A localidade de Mato Dentro, em geral, apresentou totais pluviais mais baixos que o habitual. Por outro lado, Picinguaba se destacou pela sequência de anos considerados chuvosos e tendentes a chuvosos, entre 1993 e 1998 (Tabela 2), sendo que somente o ano de 1997 foi considerado habitual, apesar da primavera chuvosa (Tabela 3).

O ano de pluviosidade extrema de maior destaque na década foi 1996, chuvoso para todas as localidades (Tabelas 2 e 3).

A variabilidade sazonal dos padrões pluviais (Tabela 3) revela que o verão extremamente chuvoso de 1996 foi o responsável pela classificação do ano como chuvoso. Porém, em três localidades o período sucedeu uma primavera igualmente chuvosa, o que, em tese, agravou as condições de instabilidade das encostas, já encharcadas pela água da chuva antecedente.

Assim, o ritmo das chuvas no período de 1991 a 1999 revela os seguintes aspectos que o diferencia da década anterior.

A distribuição mensal da frequência absoluta dos totais pluviais maiores ou iguais a 80 mm/dia se concentrou nos meses de janeiro, fevereiro e março, seguindo uma tendência diferente dos anos 1980, que incluíam nesse período dezembro e abril, meses pouco expressivos nos totais elevados de chuva diária na década de 1990 (Tabela 7).

O mês de novembro em Picinguaba se destaca, com elevada frequência de totais pluviais elevados em 24 horas, o que desperta grande atenção por se tratar da pluviosidade que antecede o verão, habitualmente mais chuvoso.

Os totais pluviais máximos absolutos em 24 horas nos anos 1990 superaram 350 mm em três localidades, com exceção do posto Ubatuba, que não alcançou esse patamar em toda a série analisada.

Os registros de chuva máxima absoluta em 24 horas durante a década de 1990, nos três postos, ocorreram no mês de fevereiro, diferente da década de 1980, que se alternou entre fevereiro e abril, e dos anos 1970, com volumes máximos em fevereiro, porém, com totais pluviais menores em relação ao último período, exceto em Mato Dentro. (Figura 14).

Quanto aos meses com o maior número de dias com chuva na década de 1990, novamente janeiro, fevereiro e março se destacam com as maiores frequências absolutas, se diferenciando das décadas anteriores, que incluíam o mês de dezembro. Assim, nota-se certa migração e concentração do período em que se registrou o maior número de dias de chuva nos anos 1990 para os principais meses que compõem o verão, de janeiro a março (Tabela 8).

O mês mais chuvoso da década se alternou entre fevereiro e março (Tabela 9), o que representa mais um agravante quanto à possibilidade de deflagração de desastres naturais do tipo deslizamentos de terra, pois se trata do período que encerra o verão e que, tradicionalmente, os solos estão mais saturados pela água pluvial antecedente.

Os totais pluviais mensais máximos absolutos foram registrados no mês de fevereiro, pela primeira vez na série, em todos os postos analisados, contudo, alcançando volumes ainda maiores nessa década, que superaram 1000 mm/mês em Picinguaba e Mato Dentro (Tabela 10).

As sequências chuvosas tiveram totais pluviais mais elevados na última década nos postos de Picinguaba e Mato Dentro (Figura 15), com respectivamente 962,9 mm e 1121,4 mm, registrados em fevereiro de 1996, que também foi marcado pelas sequências chuvosas mais expressivas da década nos outros postos. O posto Ubatuba registrou 694,7 mm e Maranduba, 480,3 mm, volumes somente superados nos dois postos pelo mês de fevereiro de 1988 (884,1 em Ubatuba e 638,1 mm em Maranduba), quando foram observadas as máximas pluviais absolutas em 24 horas, e por março de 1985 (508,9 mm de chuva acumulada em Maranduba).

O número máximo absoluto mensal de dias da sequência chuvosa foi mais variável nos anos 1980, e voltou a manter um padrão mais homogêneo entre as localidades no período de 1991 a 1999 (Figura 13).

As sequências chuvosas tiveram um número menor de dias na década de 1990 em Mato Dentro e Maranduba, atingindo patamares semelhantes às décadas anteriores em Picinguaba e Ubatuba, com o número máximo de dias registrados em fevereiro.

Conforme destacado nesta análise, o ano de 1996 atingiu extremos pluviais em fevereiro nunca antes registrados na série estudada, o que pode ser considerado o período de maior excepcionalidade pluviométrica observada na série, em que o ritmo climático sofreu desvios e variações positivas extremas, que repercutiram em muita chuva concentrada e contínua.

Assim, o mês de fevereiro de 1996 registrou totais diários de chuva superiores a 350 mm/24 h em três postos, sendo que Picinguaba ultrapassou a marca de 300 mm/24 h da década anterior, atingindo o total pluvial diário máximo de 359,4 mm/24 horas e o volume pluvial mensal máximo de sua série, de 1021,0 mm. Neste mês, o posto Mato Dentro também alcançou a impressionante marca de 1236,6 mm/mês, total mensal máximo absoluto de toda a série analisada.

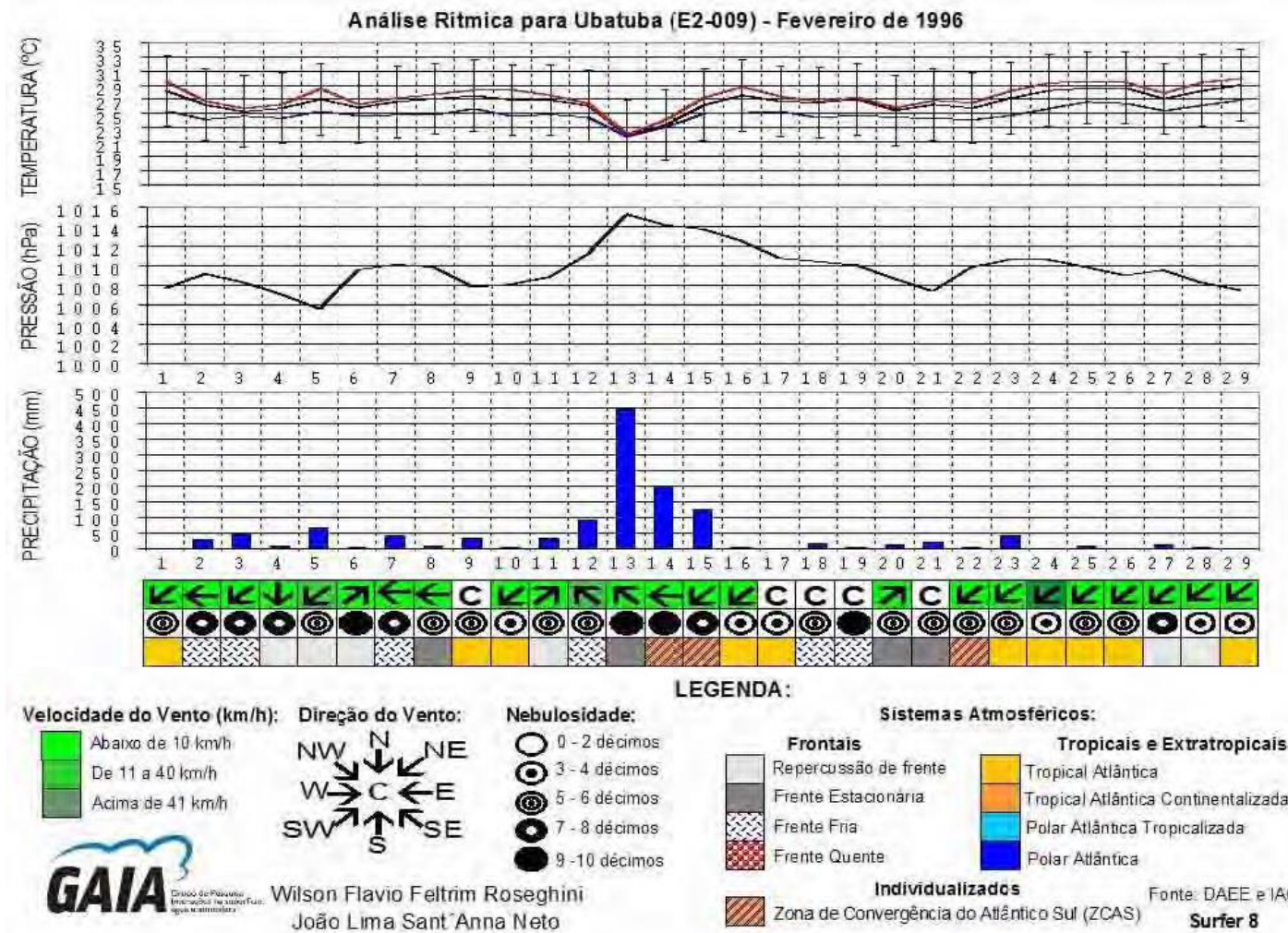
As pesquisas desenvolvidas em parceria com o professor Sant'Anna Neto, citadas anteriormente (TAVARES et al, 2003, 2004, 2004b, 2005; SILVA et al, 2005), foram continuadas, sob diferentes enfoques, nas dissertações de mestrado realizadas sob sua orientação.

Destacam-se as pesquisas de Roseghini (2007) e Brigatti (2008), que realizaram análises climatológicas em Ubatuba/SP, trazendo importantes contribuições ao conhecimento dos ritmos climáticos no município.

O excepcional mês de fevereiro de 1996 foi investigado no estudo de Roseghini (2007), por meio da análise rítmica climatológica do período, utilizando-se como referência o posto Mato Dentro (Figura 30). Segundo o autor, o principal elemento a desencadear a precipitação intensa deste mês foi o estabelecimento da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), identificada nos dias 14, 15 e 22/02/96, todos subsequentes à chegada e permanência da Frente Polar Atlântica na região.

Figura 30.

Ubatuba/SP: análise rítmica de fevereiro de 1996 no posto Mato Dentro (ROSEGHINI, 2007)



Segundo Roseghini (Op.Cit.), a ZCAS que atuou nos dias 14 e 15/02/1996 foi formada a partir de um sistema frontal semi-estacionário sobre a região, fortalecido pela baixa pressão que acompanhava a frente fria e pelos ventos úmidos que sopravam no sentido oceano-continente, causaram os volumes significativos observados em Ubatuba, sobretudo, entre os dias 10 e 16 de fevereiro de 1996, que totalizou 889,8 mm em Mato Dentro.

O volume pluvial máximo diário registrado nessa localidade ocorreu em 13/02/1996, quando totalizou 450 mm em 24 horas, o volume de chuva mais elevado entre todas as localidades nos anos 1990.

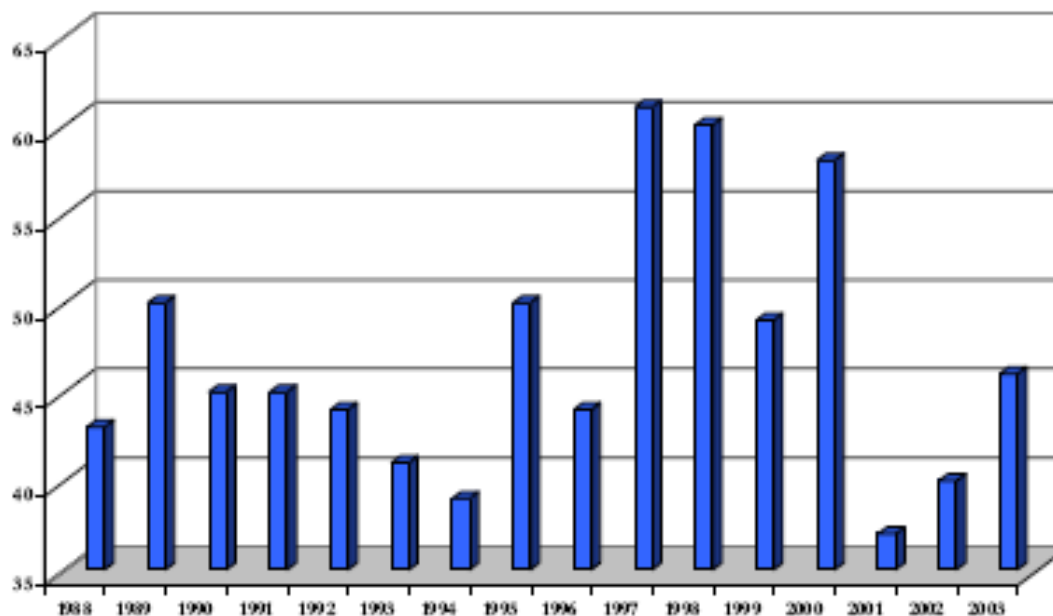
O dia 13 de fevereiro de 1996 também foi marcado pela queda acentuada da temperatura e pela elevada pressão atmosférica, as maiores registradas durante o mês (Figura 30).

O autor conclui a pesquisa evidenciando que os eventos pluviais extremos do Litoral Norte Paulista são, indubitavelmente, controlados pelos sistemas tropicais (Massa Tropical Atlântica) e pelas Zonas de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS, auxiliados por sistemas frontais e pela orografia, decisiva na distribuição das chuvas em maior quantidade nas áreas elevadas da vertente Atlântica da Serra do Mar (ROSEGHINI, Op.Cit.).

O trabalho desenvolvido por Brigatti (2008) traz investigações inéditas da associação entre os ritmos do clima às variações do nível do mar em Ubatuba/SP. O autor realizou a análise rítmica climatológica para todo o ano de 1997, utilizando-se como referência os dados da Estação Meteorológica do IO/USP.

Segundo os dados analisados pelo autor (BRIGATTI, Op.Cit.), o ano de 1997 foi aquele com o maior número de passagens frontais no período de 1988 a 2003, totalizando 61, seguido pelo ano de 1998, com 60 passagens da FPA, conforme demonstra a Figura 31.

Figura 31.
Ubatuba/SP: totais anuais de passagens frontais no período de 1988/2003
 (BRIGATTI, 2008)



O ano de 1997 foi considerado habitual na análise pluviométrica apresentada no capítulo II.2., conforme pode ser observado na Tabela 2.

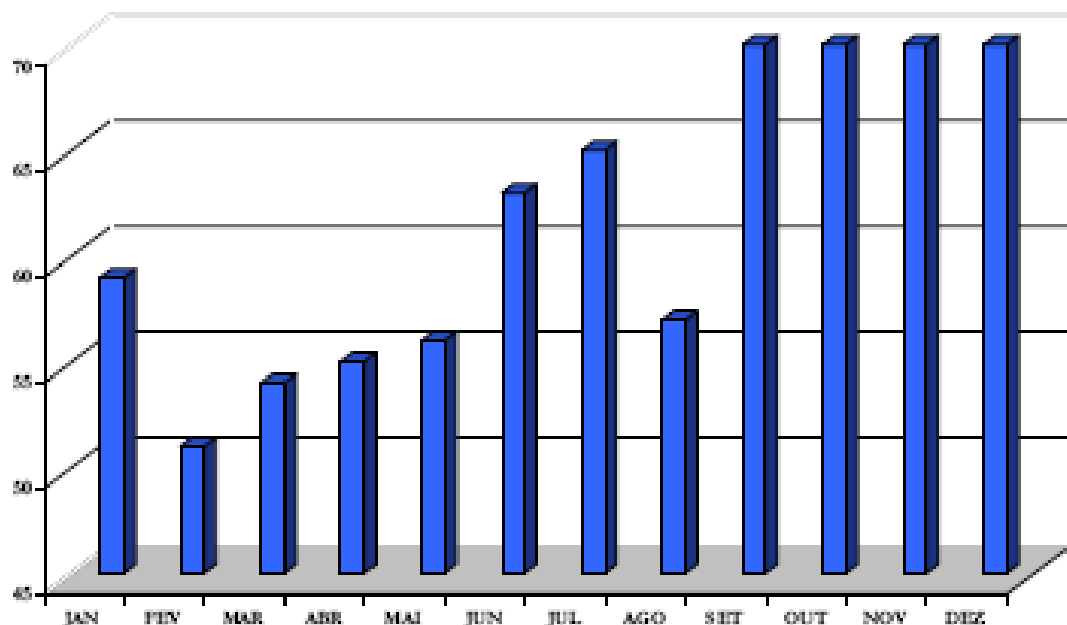
O detalhamento sazonal na distribuição das chuvas (Tabela 3) mostra que houve uma concentração pluvial maior durante a primavera, considerada chuvosa em três postos analisados.

A distribuição mensal das passagens frontais em Ubatuba/SP compõe a Figura 32, elaborada por Brigatti (Op.Cit.). Nesta, destaca-se o último quadrimestre, que concentrou o maior número de passagem desse sistema atmosférico.

Dentre os resultados alcançados por Brigatti (Op.Cit.), destaca-se o levantamento geral da participação dos sistemas atmosféricos em Ubatuba/SP no ano de 1997, que aponta o predomínio de dias sob atuação dos sistemas tropicais (Tabela 17).

Figura 32.

Ubatuba/SP: totais mensais de passagens frontais no período de 1988/2003 (BRIGATTI, 2008)



Assim, os dados da Tabela 17, extraídos de Brigatti (Op. Cit.), referem-se à participação dos sistemas no ano de 1997 e durante o verão, podendo assim ser comparado à Tabela 16, que traz a atuação dos sistemas nos verões de 1983 (chuvoso) e 1981 (habitual), conforme a análise rítmica elaborada por Sant'Anna Neto (1990).

Tabela 17.

Ubatuba/SP: participação total e percentual de dias sob atuação dos sistemas atmosféricos no ano de 1997 e durante o verão (BRIGATTI, 2008)

<i>Sistemas atmosféricos</i> <i>Total de dias</i>	<i>Tropicais</i>	<i>Extratropicais</i>	<i>Frontais</i>
<i>Anual</i>	174	103	81
<i>Anual %</i>	47,7	28,2	22,2
<i>Verão</i>	46	12	25
<i>Verão %</i>	51,1	13,3	27,8

A análise rítmica de Brigatti (Op.Cit.) identificou a atuação das ZACS em 7 dias no ano de 1997, todas durante o verão (7,8% dias). Comparada à Tabela 16, nota-se o aumento significativo da participação dos sistemas tropicais no verão de 1997 em relação aos verões 1981 e 1983, e queda no número de dias sob atuação dos sistemas extratropicais e polares. Foram 12 passagens frontais no verão de 1997, contra 11 em 1981 e 14 em 1983 (Tabela 17).

Segundo o autor, do ponto de vista da atuação dos tipos de tempo sobre o litoral, confirmam-se os índices de participação apresentados por Monteiro (1973) e Sant'Anna Neto (1990). A região está, na maior parte do ano, sob a atuação dos sistemas tropicais, mas sofre a atuação de grande número de passagens frontais e da participação dos sistemas polares (BRIGATTI, Op. Cit.).

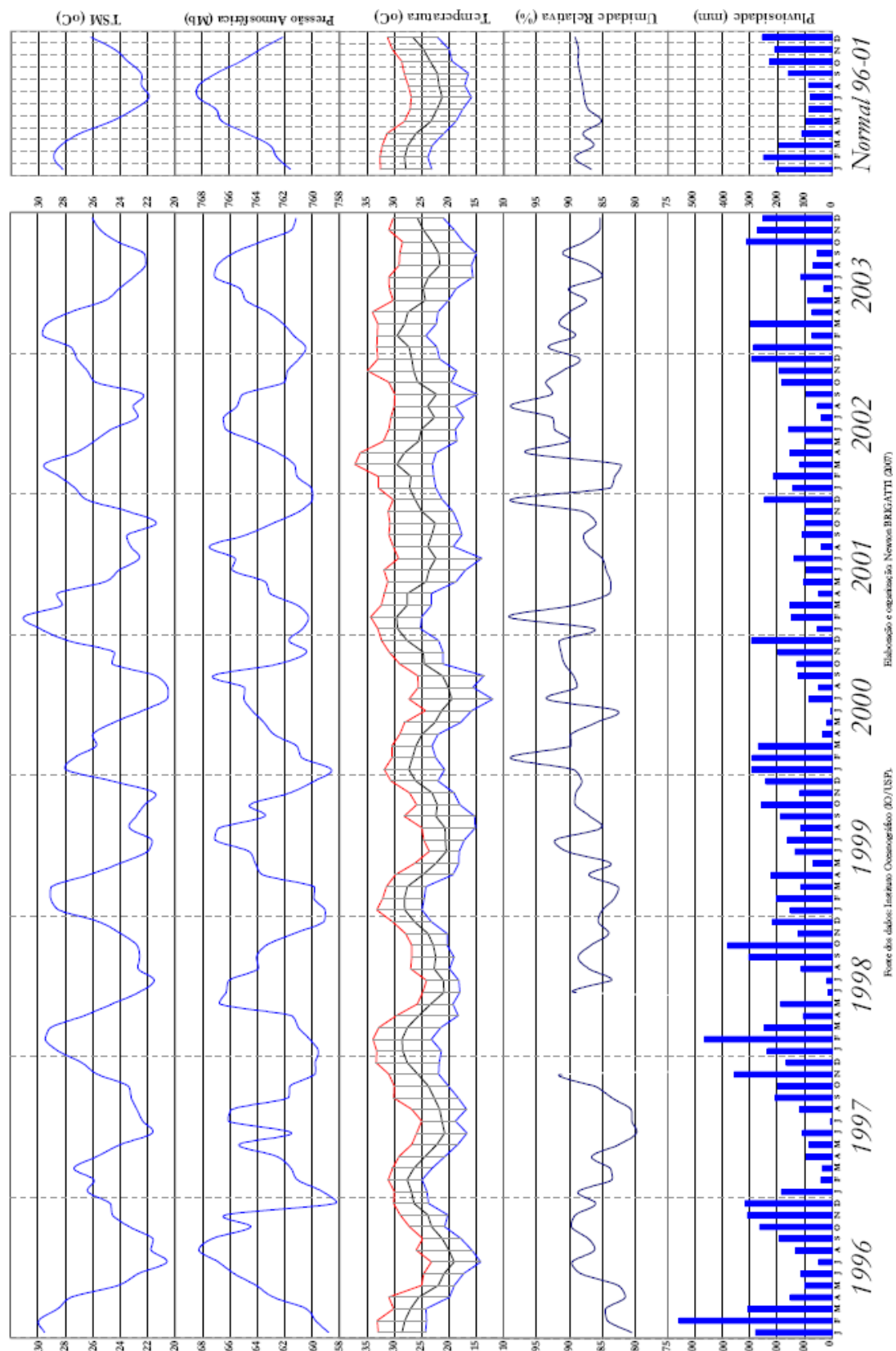
A figura seguinte (Figura 33) apresenta o gráfico de variação rítmica mensal de Ubatuba/SP (Estação Meteorológica do IO/USP), elaborado por Brigatti (Op. Cit.) para o período de janeiro de 1996 a dezembro de 2003.

Neste gráfico, o autor analisa o ritmo de variação mensal dos elementos climáticos (pressão atmosférica, temperaturas máximas, mínimas e médias, umidade relativa do ar e pluviosidade total) e da temperatura da superfície do mar (TSM), além de apresentar os dados médios da Normal Climatológica estimada para o período de 1996 a 2001.

Os dados da Figura 33 destacam a elevada pluviosidade do triênio 1996-1997-1998, nitidamente superior aos demais anos da série, como nos meses do verão e da primavera de 1996 e de 1998, e na primavera de 1997, que apresentaram volumes de chuvas mensais superiores a 300 mm/mês, sobretudo, no mês de fevereiro (em 1996, mais de 550 mm/mês; em 1998, mais de 450 mm/mês).

Figura 33.

Ubatuba/SP: ritmo de variação mensal dos elementos climáticos e da TSM no período de 1996/2003 (BRIGATTI, 2008)



A elevada pluviosidade do biênio 1997-1998 pode estar associada ao maior número de passagens frontais pela localidade, aspecto destacado pelo autor junto aos dados da Figura 31.

De modo geral, o ritmo climático do segmento temporal anterior aponta para uma variabilidade maior dos elementos do clima na década de 1990, frente àquela registrada na década subsequente, sobretudo, nos ritmos da chuva e da pressão atmosférica, que atingiram os maiores extremos.

Os dados da Estação Meteorológica do IO/USP (Figura 33) também destacam o mês de fevereiro de 1996, que teve o maior volume de chuva mensal dessa série. A pressão atmosférica atingiu os valores mensais extremos (o mais alto e o mais baixo da série) no referido ano de 1996.

Com relação à variação térmica, o início do século XXI foi marcado por temperaturas mais extremas e amplitude mensal mais elevada, comparadas aos anos 1990 (Figura 33).

As temperaturas mínimas atingiram graus mais baixos no inverno de 2000, e as temperaturas máximas mensais extremas foram registradas no final do verão e início do outono de 2002 (Figura 33).

Embora o segmento temporal proposto para análise do ritmo climático nesta tese não tenha englobado os anos 2000, as observações anteriores oferecem um panorama do comportamento dos elementos do clima em Ubatuba/SP no início do novo século, e confirmam a marcante excepcionalidade da chuva nos anos 1990, sobretudo, na segunda metade da década.

A análise das imbricações entre os ritmos do clima e os ritmos da urbanização na formação dos riscos a deslizamentos de terra em Ubatuba/SP parte dos resultados alcançados na análise desses ritmos ao longo do período, conforme salientado anteriormente.

Deste modo, a análise dos ritmos destaca, principalmente, os seguintes aspectos:

No ritmo climático, o verão de 1996, sobretudo, o mês de fevereiro, consistiu o período chuvoso de maior relevância da série tratada, marcada também por episódios de chuvas extremas nos dois anos seguintes, entre a primavera de 1997 e o verão de 1998.

No ritmo da urbanização, os anos 1990 (1991-2000) registraram o maior crescimento da mancha urbana em km² ocorrido entre 1970 a 2007 (Tabela 15), cuja expansão avançou, predominantemente, sobre áreas de encostas e de declividades mais elevadas do município (Figura 19).

Diante do exposto até aqui neste capítulo, em que se destacaram as situações extremas no ritmo climático e o contexto evolutivo do ritmo da urbanização no decorrer das décadas de 1970, 1980 e 1990 em Ubatuba/SP, torna-se possível, finalmente, relacioná-los às ocorrências de deslizamentos de terra registradas na década de 1990.

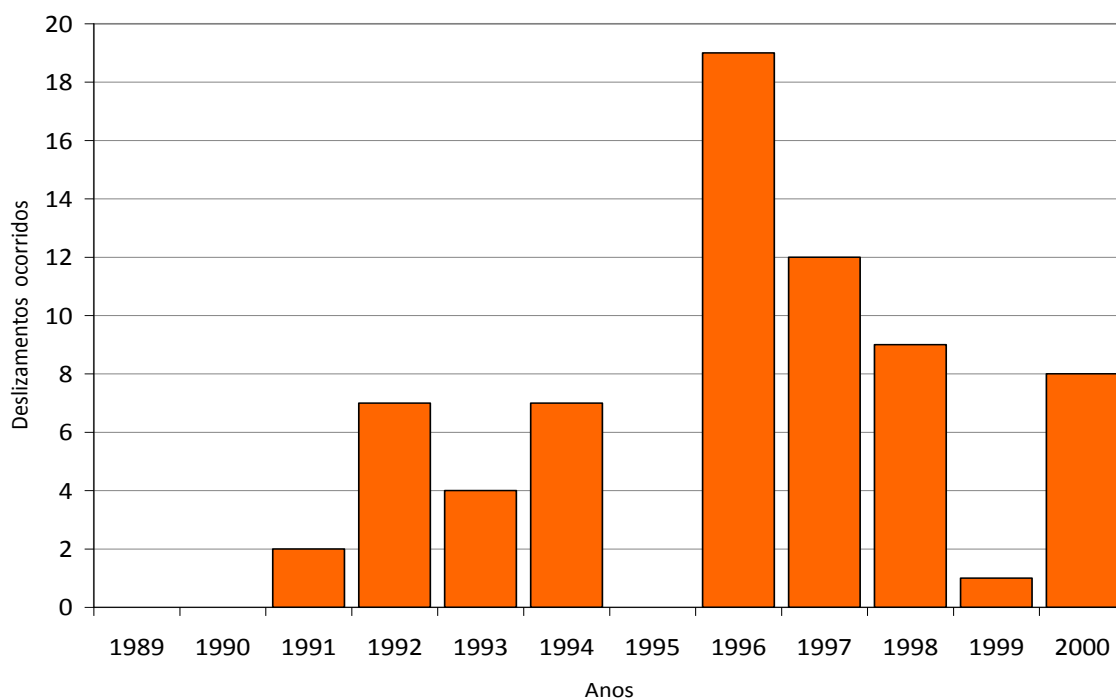
Durante o período de 1991 a 2000 ocorreram 69 deslizamentos de terra e outros processos geodinâmicos de movimentos gravitacionais de massa em Ubatuba/SP, conforme mostra a figura seguinte (Figura 34). O gráfico inclui 1989 e 1990, os dois primeiros anos do início das operações do PPDC, quando não houve ocorrências de deslizamentos de terra registradas no município.

Novamente, o ano de 1996 se destaca. Desta vez, pelo maior número de deslizamentos de terra ocorridos no período analisado. O ano de 1996 totalizou 19 casos em Ubatuba/SP, todos ocorridos no mês de fevereiro.

Os eventos desse período, infelizmente, vitimaram fatalmente sete pessoas em Picinguaba, representando todos os casos de morte registrados entre 1991 e 2000.

Figura 34.

Ubatuba/SP: distribuição anual dos deslizamentos de terra - 1989 a 2000



A relação é direta entre os anos mais chuvosos e aqueles com o maior número de ocorrência de deslizamentos de terra, como pode ser observado no triênio 1996-1997-1998, destacado anteriormente.

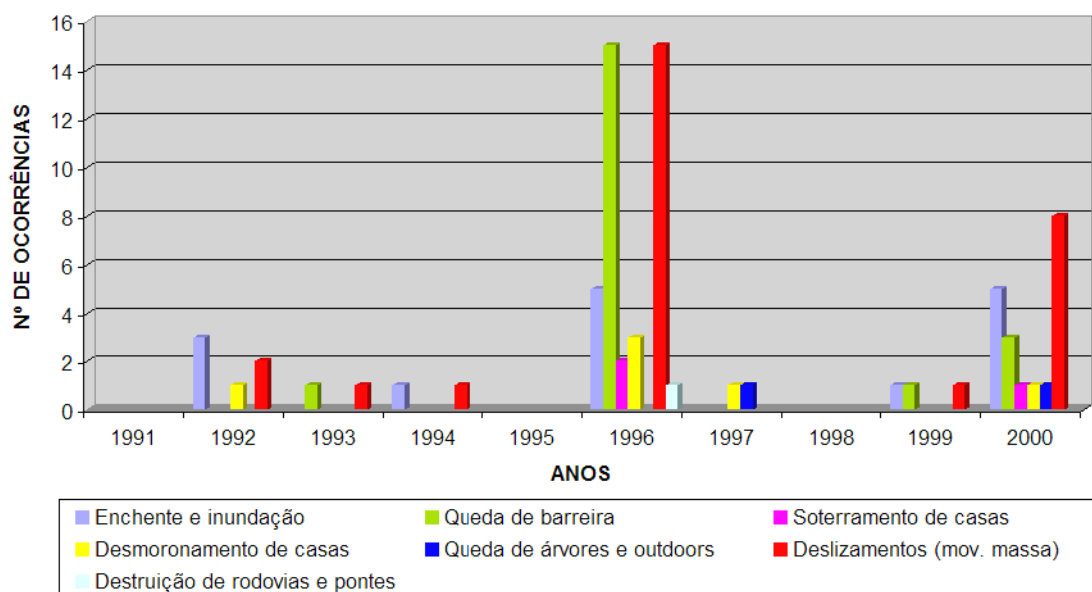
No contexto dessa série temporal, Silva (2003) apud Roseghini (2007) realiza um levantamento de todos os registros de ocorrências relacionados às chuvas intensas no Litoral Norte Paulista, noticiados pelo jornal diário “O Estado de São Paulo”, conforme apresenta a figura seguinte (Figura 35).

A repercussão dos eventos pluviais extremos na mídia reveste-se de grande importância na identificação das situações de excepcionalidade no ritmo climático, sobretudo, por destacar episódios que, de fato, geraram transtornos à população.

Deste modo, a Figura 35 também evidencia o ano de 1996 como aquele que registrou o maior número de notícias relacionadas ao tema durante o período de 1991 a 2000.

Figura 35.

Litoral Norte/SP: distribuição anual dos tipos de ocorrências causadas por chuvas intensas entre 1991 e 2000 (SILVA, 2003 apud ROSEGHINI, 2007)



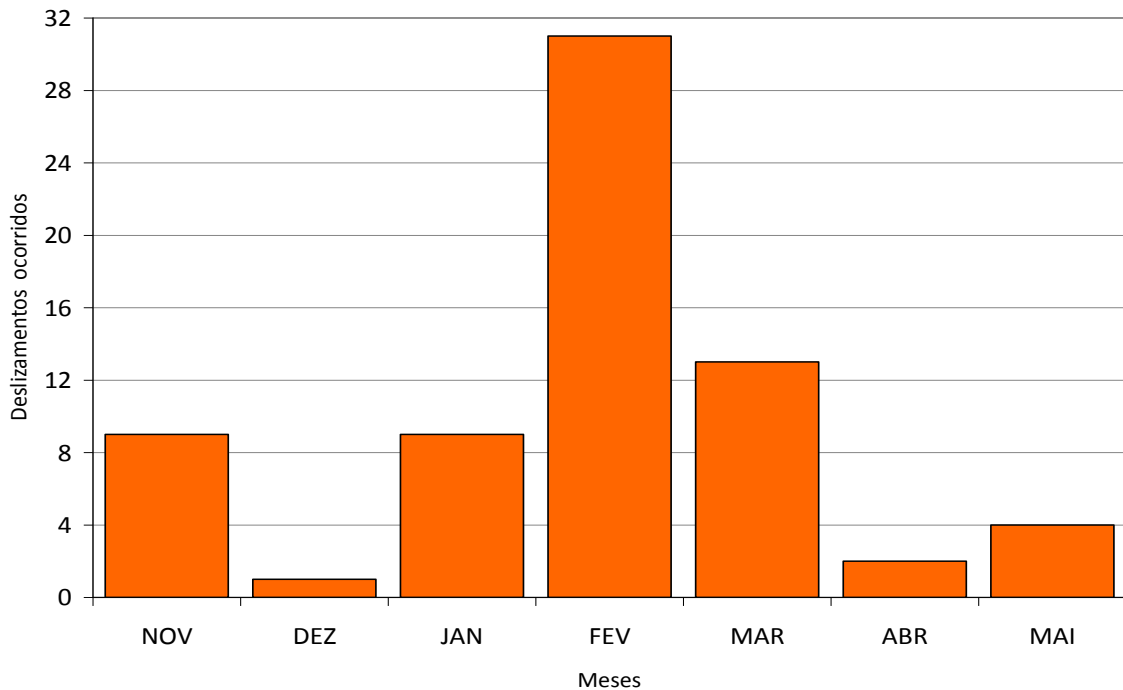
Fonte: tipos de ocorrências noticiadas pelo "O Estado de S. Paulo" no Litoral Norte entre 1991 e 2000 (SILVA, 2003 apud ROSEGHINI, 2007)

A distribuição mensal dos deslizamentos de terra em Ubatuba/SP, apresentada na figura seguinte (Figura 36), mostra que as ocorrências se concentraram durante o verão. Os meses de fevereiro, março e janeiro, nessa ordem, foram aqueles que registraram o maior número de ocorrências, seguidos por novembro, maio e abril, este último com deslizamentos de terra no município em 1997 e 1999.

As ocorrências registradas em novembro, maio e abril indicam que são meses que merecem atenção especial da Defesa Civil, pois não estão abrangidos pelo período de operação do PPDC. Em alguns anos, esse período de atuação direta da Defesa Civil se prolonga até o mês de abril, sobretudo, quando o mês antecedente se caracteriza como muito chuvoso e/ou registra ocorrências de deslizamentos de terra.

Figura 36.

Ubatuba/SP: distribuição mensal dos deslizamentos de terra - 1989 a 2000



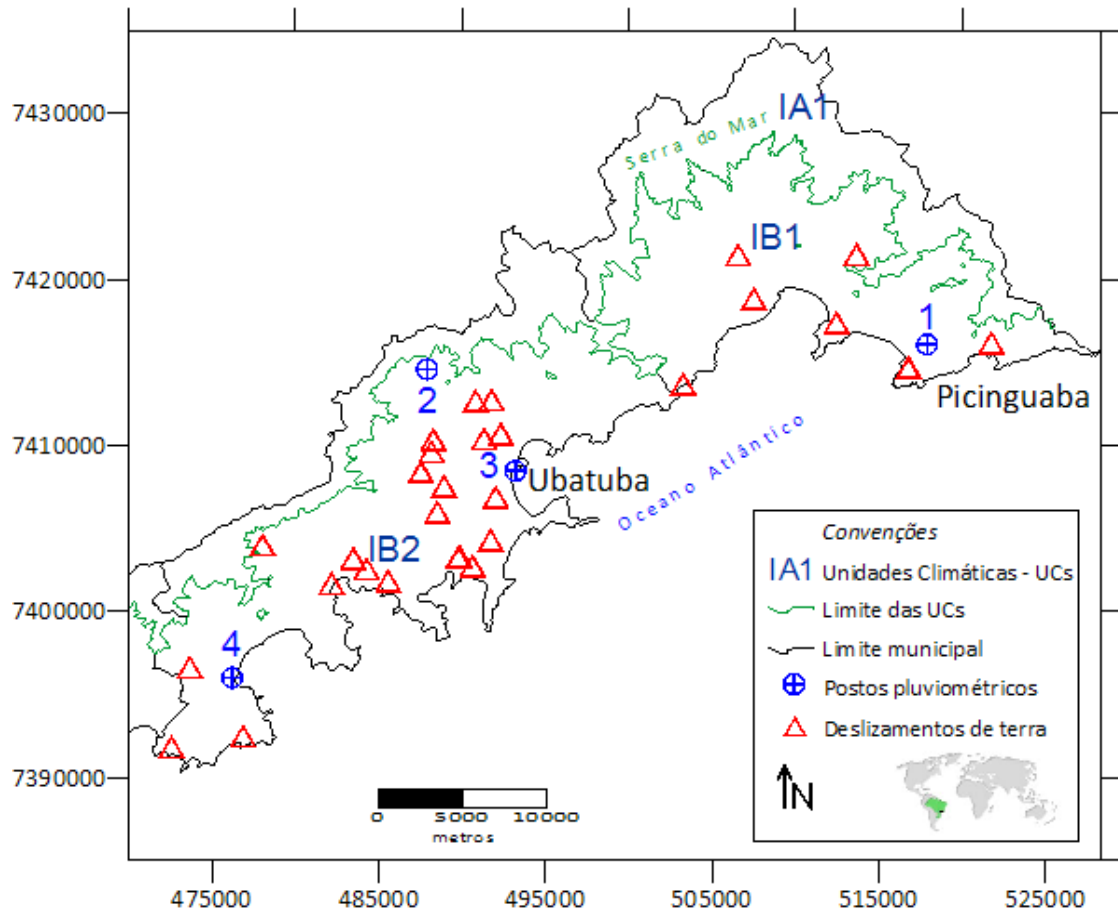
Os deslizamentos de terra ocorreram de maneira espacialmente dispersa ao longo da extensão territorial do município de Ubatuba/SP, conforme demonstra a figura seguinte (Figura 37).

Assim, a Figura 37 apresenta a localização das 69 ocorrências de deslizamentos de terra registradas no município de Ubatuba/SP entre 1991 e 2000, plotadas, com o auxílio do programa Surfer®, sobre uma base georeferenciada e configurada em unidades climáticas, definidas a partir do trabalho de Tavares et al (2003). Tal configuração já foi adotada na síntese dos indicadores pluviais que compõe as Tabelas 4, 5 e 6, tratadas no capítulo II.2.

A representação cartográfica seguinte permite distinguir espacialmente a localização das ocorrências de deslizamentos de terra nas duas unidades climáticas principais do município (Ubatuba e Picinguaba), para assim, correlacioná-los aos respectivos totais pluviais acumulados registrados durante as ocorrências em cada unidade.

Figura 37.

Ubatuba/SP: distribuição espacial das ocorrências de deslizamentos de terra entre os anos de 1991 e 2000



Deste modo, as unidades climáticas do município de Ubatuba/SP foram configuradas conforme a descrição seguinte:

IA1 – Serra do Mar.

Engloba a faixa serrana, acima da cota 200 metros, área do Parque Estadual Serra do Mar – PESM. Posto pluviométrico referência: Mato Dentro (E2-009), localizado a 220 metros de altura em relação ao nível do mar. O efeito orográfico sentido nessa altitude se reflete nos dados de chuva, com totais anuais cerca de 30% superiores aos registrados nos postos pluviométricos localizados na planície urbanizada.

IB1 – Picinguaba.

Abrange a porção Norte-Nordeste do município, com padrões diferenciados de precipitação e de ocupação territorial, frente ao restante da planície costeira, mais urbanizada. Posto pluviométrico de referência: Picinguaba (E1-004). A área está geograficamente direcionada no sentido Noroeste-Sudeste, enquanto o restante do município se estende no sentido Sudoeste-Nordeste. Deste modo, o trecho setentrional de Ubatuba/SP se posiciona perpendicularmente a chegada dos sistemas frontais do Atlântico, um dos principais geradores de chuvas extremas, representando um dos fatores que contribui para tornar essa porção a mais chuvosa da planície e baixa encosta do município.

IB2 – Ubatuba.

Compõe a porção central e sul do município, área de planície costeira e baixa encosta, correspondente a zona mais urbanizada de Ubatuba/SP. Postos pluviométricos de referência: Ubatuba (E2-052) e Maranduba (E2-122). Os dados de chuva dos postos, em geral, apresentaram comportamento semelhante no decorrer da série analisada, permitindo considerá-los pertencentes à mesma unidade.

Os registros diários das ocorrências de deslizamentos de terra foram analisados individualmente e correlacionados com os dados diários de chuva (24 horas) e da sequência acumulada de 3 dias (72 horas). Os dados pluviais utilizados nesse levantamento correspondem aos registrados no posto pluviométrico representativo da unidade climática em que ocorreram os deslizamentos de terra.

Nesta etapa de detalhamento da chuva no nível diário, durante os episódios de ocorrência de deslizamentos de terra, foram utilizados os dados pluviométricos do posto Ubatuba (E2-052) como referência à unidade Ubatuba, área que totalizou 60 ocorrências no período.

Na unidade Picinguaba foram registradas 9 ocorrências, todas a partir do ano de 1996.

Os resultados da correlação entre os dias em que houve registros de deslizamentos de terra com os totais de chuva acumulada em 72 horas estão sintetizados nas figuras seguintes (Figuras 38 e 39).

A Figura 38 apresenta a distribuição do número de ocorrências de deslizamentos de terra na unidade Ubatuba por chuva acumulada em 72 horas (Posto Ubatuba/E2-052).

Os deslizamentos de terra ocorridos na Unidade Picinguaba, relacionados aos totais de chuva acumulada em 3 dias (Posto Picinguaba/E1-004), compõem a Figura 39.

Os registros de deslizamentos de terra das duas unidades, analisados em conjunto, revelam que 68% dos casos no município ocorreram com chuva acumulada igual ou superior a 120 mm em até 72 horas. Do total de deslizamentos de terra registrados em Ubatuba/SP no período de 1991 a 2000, 11% ocorreram com chuva acumulada entre 80 e 120 mm em até 72 horas. O restante, 21%, com precipitação pluviométrica acumulada abaixo de 80 mm em 72 horas, ou até, sem o registro de chuva.

Diferenciando os casos de deslizamentos de terra entre as unidades Ubatuba e Picinguaba, verifica-se que a maior parcela das ocorrências, nas duas localidades, se deu sob totais pluviais acumulados em 3 dias acima de 200 mm, onde Ubatuba registrou 39% do total (Figura 38) e Picinguaba, 56% dos eventos (Figura 39).

Figura 38.

Ubatuba/SP: distribuição do número de ocorrências de deslizamentos de terra por chuva acumulada em 72 horas (Posto Ubatuba/E2-052)

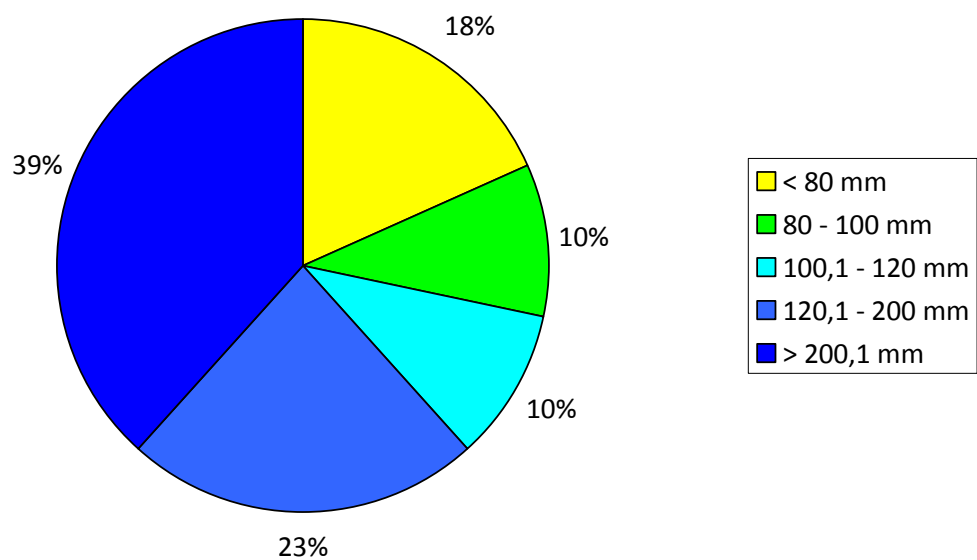
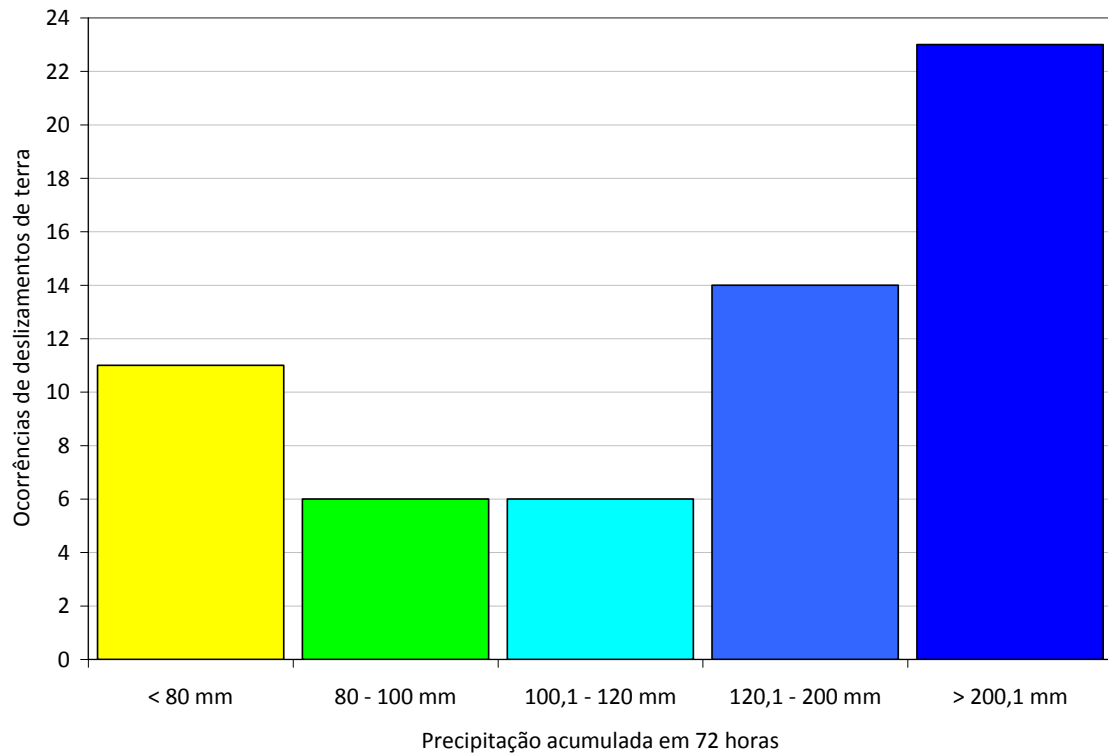
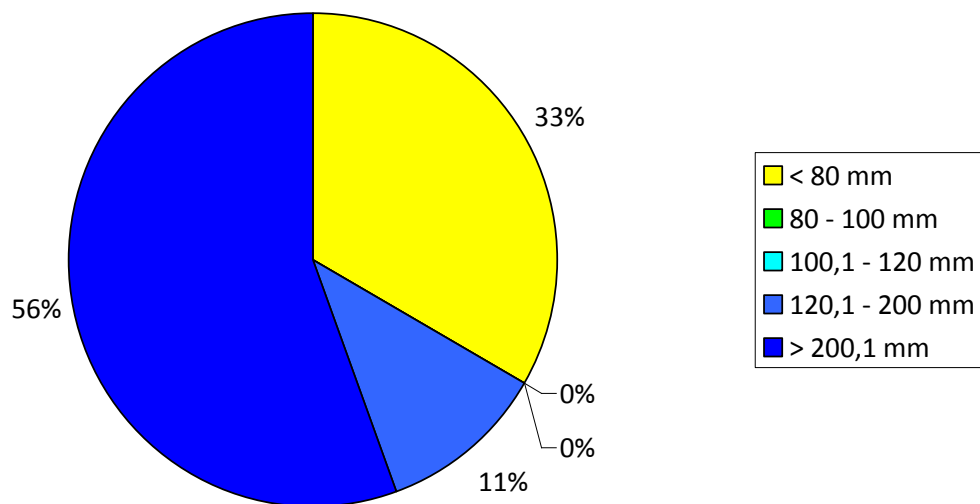
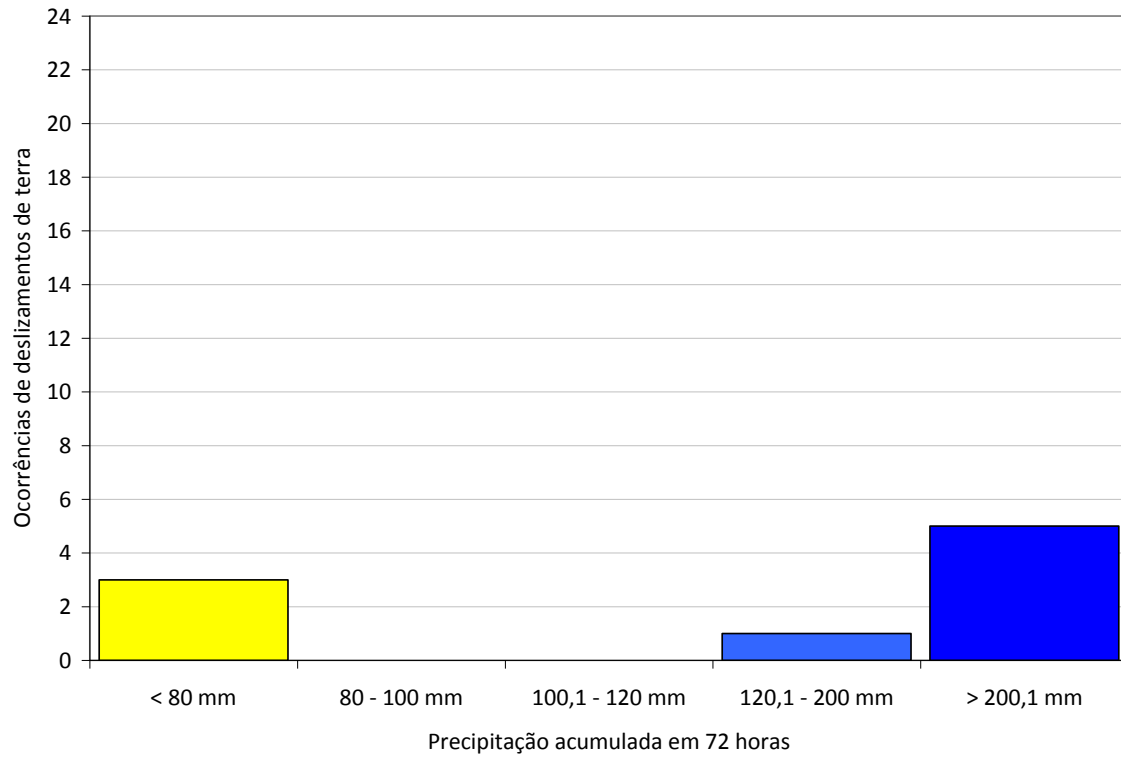


Figura 39.

Ubatuba/SP: distribuição do número de ocorrências de deslizamentos de terra por chuva acumulada em 72 horas (Posto Picinguaba/E1-004)



Assim, Picinguaba se destaca pelo maior número de ocorrências registrado com chuva acumulada elevada. Em Ubatuba, 62% dos casos ocorreram com chuva acumulada superior a 120 mm/72 horas, enquanto em Picinguaba, 67% dos registros de deslizamentos de terra, valores que correspondem satisfatoriamente àqueles referentes ao acompanhamento do plano preventivo de Defesa Civil, que considera o volume pluvial de 120 mm/72 horas potencialmente deflagrador dos movimentos gravitacionais de massa no litoral norte paulista.

No entanto, 20% dos casos de deslizamentos de terra na unidade Ubatuba ocorreram com totais pluviais mais baixos, entre 80 e 120 mm/72 horas, e 18% com chuva acumulada abaixo de 80 mm/72 horas. Na unidade Picinguaba, o restante das ocorrências de deslizamentos de terra (33%) foi registrado com chuva acumulada abaixo de 80 mm/72 horas.

Dentre as possíveis causas apontadas para a deflagração dos deslizamentos de terra em Ubatuba/SP, sob totais pluviais abaixo de 80 mm em 72 horas, Tavares et al (2004) citam:

- a) indução antrópica direta, como por exemplo, o lançamento inadequado de água servida, onde a deflagração do deslizamento não é provocada pela chuva;
- b) sequência chuvosa intensa anterior ao período de 72 horas;
- c) evento pluvial intenso em menos de 24 horas que não atinge 80 mm, mas é capaz de deflagrar deslizamentos, dependendo da pluviosidade antecedente;

Os dados pluviais e os registros de ocorrência de deslizamentos de terra em Ubatuba/SP mais críticos, na respectiva das séries analisadas, convergem para o mesmo período – o mês de fevereiro de 1996.

Portanto, o mês de fevereiro de 1996 foi selecionado para a análise correlativa detalhada entre os dados pluviais diários e acumulado em 72 horas, período que totalizou todos os registros de deslizamentos de terra do referido ano no município de Ubatuba/SP.

A Tabela 18 sintetiza esses dados de fevereiro de 1996, apresentando as datas de ocorrência dos deslizamentos de terra e outros processos de movimento de massa associados, e os correspondentes totais pluviais em 24 horas, 72 horas e nos referidos mês e ano. A Tabela 18 também apresenta outros parâmetros pluviais, como o número de dias com chuva no referido mês, e os seguintes padrões pluviais, classificados na análise da variabilidade do capítulo II.2: anual (1996), sazonal 'atual' (verão de 1996) e antecessor (primavera de 1995), e dos meses de fevereiro e janeiro de 1996.

Tabela 18.

Ubatuba/SP: distribuição das ocorrências de deslizamentos de terra e os indicadores de pluviosidade em Fevereiro de 1996

Data		Ocorrências de Movimentos de Massa				Pluviosidade									
Mês/Ano	Dia	Localidade	Nº de ocorrências	Tipo de Movimento de Massa	Nº vítimas fatais	Posto pluviométrico referência	Chuva acumulada em 24h (mm)	Chuva acumulada em 72h (mm)	Nº de dias com chuva/mês	Média do Mês (mm)	Mês atual (mm) e padrão	Padrão do mês anterior	Padrão sazonal atual	Padrão sazonal anterior	Padrão anual
Fevereiro / 1996	12	UBATUBA	2	ES		E2-052	209,5	287,3	26	241,5	771,4				
		PICINGUABA	1	MI	7	E1-004	359,4	487,4	19	252,7	1021				
	13	UBATUBA	7	ES		E2-052	146,5	404,3	26	241,5	771,4				
	15	UBATUBA	1	ES		E2-052	3	161,8	26	241,5	771,4				
	18	UBATUBA	3	ES - MI		E2-052	2,1	13,1	26	241,5	771,4				
	19	UBATUBA	3	ES		E2-052	10,7	23,8	26	241,5	771,4				
	21	UBATUBA	1	RB		E2-052	15,8	34,8	26	241,5	771,4				
	26	PICINGUABA	1	RB		E1-004	14,2	14,2	19	252,7	1021				

Convenções:

E2-052	Posto Ubatuba
E1-004	Posto Picinguaba

ES	Deslizamentos de terra
MI	Movimento de massa misto
RB	Rolamento de bloco

	Padrão Chuvoso
	Tendente a chuvoso
	Baixa pluviosidade

Os dados da tabela anterior revelam o padrão de pluviosidade anual, sazonal e mensal elevadas no contexto das ocorrências de deslizamentos de terra em Ubatuba/SP no período demonstrado, além de registrar impressionantes volumes de chuva acumulada em 24 horas e 72 horas (Tabela 18).

As figuras seguintes (Figuras 40 e 41) trazem a distribuição diária das chuvas durante o mês de fevereiro de 1996, para cada posto representativo da unidade correspondente às ocorrências dos deslizamentos de terra em Ubatuba/SP.

A Figura 40 se refere aos totais pluviais diários no Posto Ubatuba (E2-052) e a Figura 41, aos totais diários de chuva registrados no Posto Picinguaba (E1-004). Nota-se que a precipitação pluviométrica se concentrou, sobretudo, na primeira quinzena de fevereiro de 1996.

Figura 40.

**Ubatuba/SP: totais pluviais diários do mês de Fevereiro de 1996
Posto Picinguaba (E1-004)**

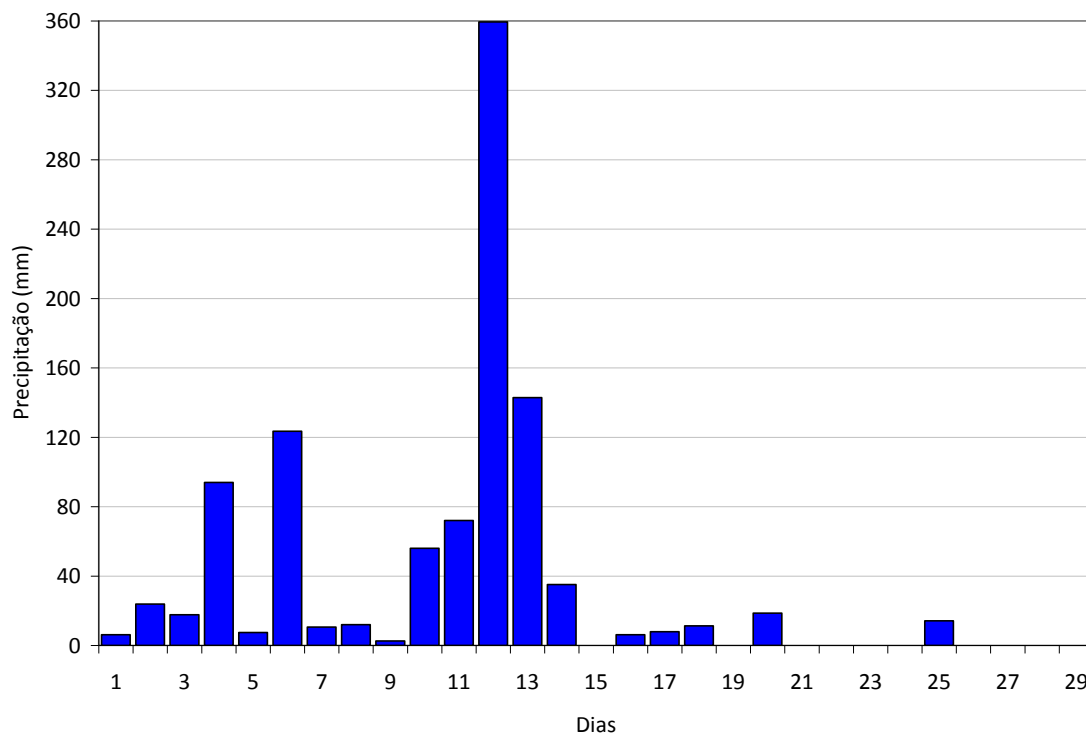
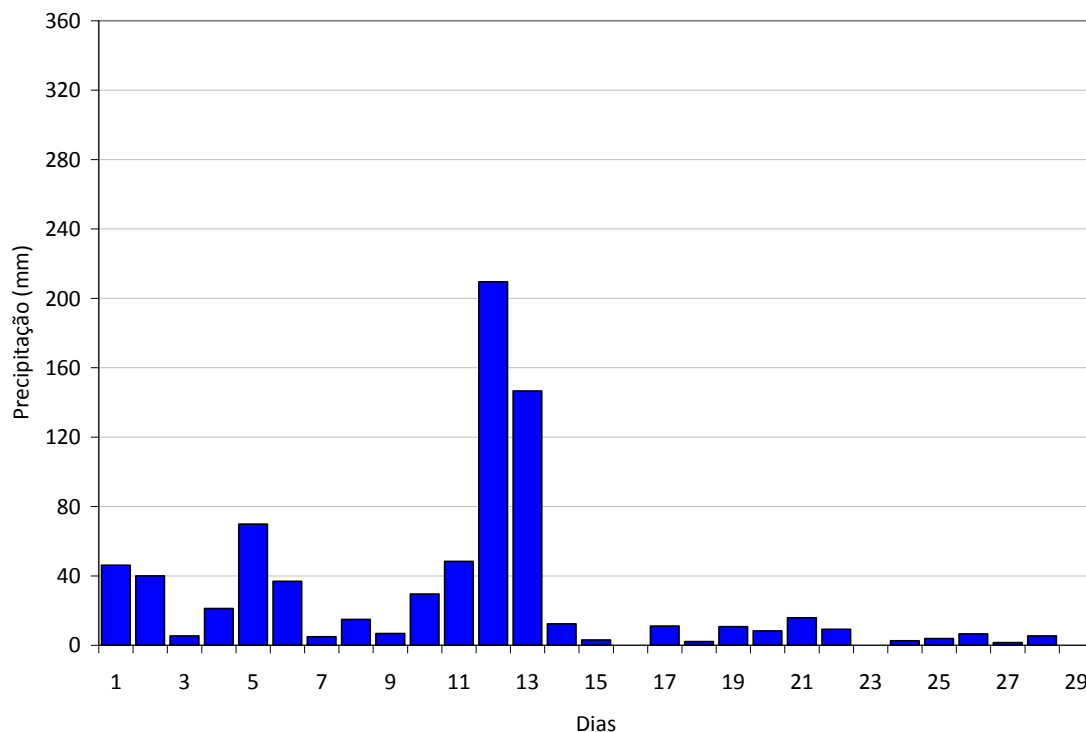


Figura 41.
Ubatuba/SP: totais pluviométricos diários do mês de Fevereiro de 1996
Posto Ubatuba (E2-052)



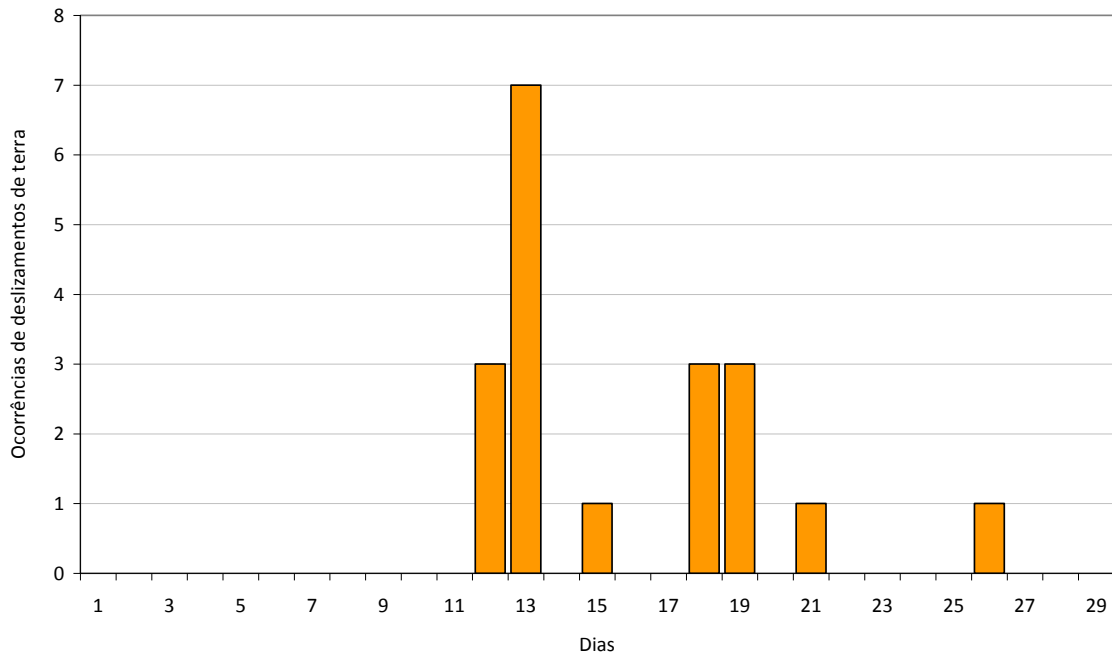
O total pluviométrico deste mês acumulou 771,4 mm em Ubatuba, valor superado apenas pelo mesmo mês do ano de 1988, que atingiu 838,7 mm, a máxima absoluta mensal da série para essa localidade.

Em Picinguaba choveu 1021 mm, registrando o total pluviométrico mensal mais elevado da série para esta localidade. Como parâmetro comparativo, a média pluviométrica (1971-1999) do mês de fevereiro em Ubatuba foi de 237 mm, e em Picinguaba, de 258,7 mm, volumes mensais de chuva bem inferiores aos registrados no ano de 1996.

A Figura 42 apresenta a distribuição diária das ocorrências de deslizamentos de terra no município de Ubatuba/SP durante o mês de fevereiro de 1996, que começaram a ser registradas no dia 12/02/1996, e se estenderam até o dia 26/02/1996, totalizando 19 casos, número mensal e anual mais elevado da série de 1991 a 2000.

Figura 42.

Ubatuba/SP: registros de ocorrências diárias de deslizamentos de terra no mês de Fevereiro de 1996



Os dias mais chuvosos do ano de 1996, em ambas as localidades, foram registrados entre os dias 12 e 13/02/1996, justamente aqueles em que houve o elevado número de ocorrências de deslizamentos de terra no município.

O posto Ubatuba acumulou 209,5 mm em 24 horas no dia 12/02/1996 (Figura 41), marca superada apenas pelo mesmo mês em 1988, quando registrou 277,5 mm no dia 09, a máxima diária absoluta da série de dados nesta localidade. Em Maranduba, choveu 214,3 mm no dia 12/02/1996, também superada pela máxima de 410 mm, ocorrida no dia 09/02/1988.

Em Picinguaba, a máxima absoluta diária da série foi alcançada em 12/02/1996, quando o pluviômetro registrou 359,4 mm em 24 horas (Figura 40). A chuva acumulada em 72 horas no dia 13/02/1996 atingiu 404,3 mm em Ubatuba, enquanto Picinguaba totalizou 574,2 mm em três dias, valores considerados extremamente elevados.

Outro aspecto que confere a gravidade desse período, marcado pela elevada precipitação pluviométrica e pela ocorrência de todos os deslizamentos de terra registrados nesse ano, foi o evento do dia 12/02/1996 em Picinguaba, que atingiu a habitação de uma família de 7 pessoas, provocando a morte de todos. Tratou-se da única fatalidade registrada no município de Ubatuba/SP até o ano 2000, desde o início das operações do PPDC, em 1989.

A chegada de um intenso sistema frontal no dia 12/02/1996, que permaneceu estacionado no dia seguinte, seguido por dois dias com influência da ZCAS (Figura 30), foram responsáveis pela elevada pluviosidade do período, que também registrou parte das ocorrências de deslizamentos de terra. A outra parcela foi registrada a partir do dia 18/02/1996, novamente com a passagem de um sistema frontal sobre Ubatuba/SP, que atuou por 2 dias, permanecendo estacionado por mais dois dias, seguido por um dia de atuação da ZCAS, deflagrando outros deslizamentos de terra (Figura 42), mesmo com volumes diários de chuva inferiores a 20 mm/24 horas (Figuras 40 e 41).

Apesar da redução dos totais pluviais diários e acumulados em 72 horas no decorrer da segunda quinzena do mês de fevereiro de 1996, os deslizamentos de terra e outros processos correlatos continuaram a ocorrer até o dia 26/02/1996, quando houve o registro de um movimento de massa do tipo rolamento de bloco em Picinguaba.

Este caso exemplifica parte daqueles deslizamentos de terra ocorridos com totais pluviais acumulados abaixo de 80 mm/72 horas (Figuras 38 e 39), quando as causas podem ser atribuídas à sequência chuvosa intensa anterior ao período de 72 horas ou à indução humana.

O ano de 1996 também foi o primeiro a registrar ocorrências de deslizamentos de terra na porção com a menor densidade de ocupação do município – Picinguaba.

Parte dessas ocorrências na unidade Picinguaba pode ser atribuída ao processo de urbanização que Ubatuba/SP sofreu nos anos 1990 (Figura 19), com a ocupação de algumas áreas dessa porção do município, assim localizadas: bairro de Cambury, núcleo tradicional de caiçaras no extremo Norte, na última praia antes da divisa estadual com o Rio de Janeiro; Vila de Picinguaba, também originalmente ocupada por pescadores e população tradicional; trechos próximos à Rodovia Rio-Santos (BR-101); e áreas de encostas e morros isolados nas cercanias de Ubatumirim/Cambucá. Em todas essas áreas, situadas no que se considera a unidade Picinguaba, houve ocorrências de deslizamentos de terra no período analisado (Figura 37).

Nessa porção do município, especificamente, na Vila de Picinguaba, em trechos próximos à BR-101 e no Sertão do Puruba, foram identificadas áreas de risco a deslizamentos de terra (Figura 25).

Em proporções maiores no restante do município correspondente à unidade Ubatuba, a expansão da mancha urbana verificada na década de 1990 (Figura 19), retratada pela imagem do ano 2000, ocupou parcela significativa de setores de encostas da Serra do Mar e de morros isolados, após adensar a planície e as praias, como as conhecidas Itamambuca e Maranduba.

Os setores de encosta que sofreram maior ocupação na década de 1990 se estenderam ao longo da Rodovia Oswaldo Cruz, principal ligação local com o planalto, e naqueles bairros e áreas assim nominadas: Estufa II; Bela Vista; Enseada; Sumidouro/Perequê-Açu; Ipiranguinha; Corcovado; Sertões da Sesmaria e do Perequê-Mirim; Morros do Funhanhado e das Moças; e Cachoeira dos Macacos.

O mapeamento do uso e ocupação do solo urbano em setores de encosta (Figura 23) identifica essas áreas, onde as encostas foram consideradas a porção acima da cota altimétrica de 20 metros.

Todas as áreas citadas possuem setores classificados com grau de risco muito alto, como mostra a Figura 25. Com exceção dos arredores de Itamambuca e Maranduba, áreas adensadas durante a década de 1990, em todas houve registros de ocorrências de deslizamentos de terra no período analisado (Figura 37).

No contexto dos demais municípios do litoral norte paulista, Tavares et al (2004) verificaram ocorrências de deslizamentos de terra deflagrados por chuva de aproximadamente 60 mm em até 24 h em Ubatuba/SP e São Sebastião/SP durante o mês de março; chuva de 55 mm em 24 horas em Caraguatatuba/SP no mês de janeiro; e de 50 mm de chuva em 24 horas no município de Ubatuba/SP, durante o mês de janeiro, e em Caraguatatuba/SP, no mês de dezembro.

De maneira geral, volumes pluviais diários acima de 50 mm já representam uma situação de perigo à deflagração de deslizamentos de terra no decorrer do verão, e nos meses subsequentes do outono, entre abril e maio, bem como na primavera, durante o mês de novembro (TAVARES et al, Op. Cit.).

Houve registros de chuvas acima de 400 mm em 24 horas, como o exemplo citado anteriormente sobre a catástrofe ocorrida em Caraguatatuba, que sofreu um aguaceiro sem precedentes em 1967, onde a cidade foi coberta por toneladas de lama e vegetação descidas das encostas da Serra do Mar após chuvas torrenciais.

Possivelmente, o evento registraria um volume maior de chuva, não fosse o limite da capacidade de armazenamento de água no pluviômetro, que transbordou antes que fosse possível sua leitura na manhã seguinte. O evento de chuva registrou 570 mm em dois dias e, na ocasião, foi divulgado um total estimado de 120 mortes decorrentes da tragédia.

Conforme a análise do ritmo pluvial, 1996 foi o ano de maior destaque na década de 1990, quanto à chuva extrema concentrada no verão, agravada por dar sequência à temporada chuvosa iniciada na primavera do ano anterior. Por outro lado, os anos em que não houve registros de deslizamentos também corresponderam àqueles menos chuvosos, como 1989 e 1990.

O ano de 1999, com apenas uma ocorrência registrada, também correspondeu a um padrão pluvial anual seco e tendente a seco. Ou seja, há uma relação direta entre os ritmos pluvial e das ocorrências de deslizamentos, eventos que se repetem na maioria dos anos e podem ser considerados, em certa medida, habituais, naquelas situações em que o ritmo pluvial se apresenta com padrão habitual, e são intensificados naqueles anos de padrão chuvoso.

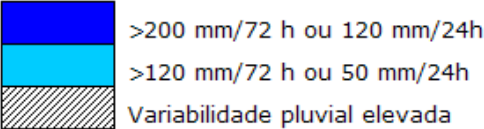
Novamente destaca-se que essas ocorrências não estão restritas apenas aos meses de verão. Houve registros consideráveis no mês de novembro, quando o Plano Preventivo de Defesa Civil ainda não iniciou a operação verão, e em maio, quando já encerrou as atividades, não realizando vistorias preventivas nas áreas de risco mapeadas.

Assim, os resultados obtidos com a análise deste capítulo permitiram a proposição de um quadro síntese (Tabela 19) da predominância temporal e espacial das ocorrências de deslizamentos de terra no município de Ubatuba/SP relacionadas à pluviosidade, diferenciada nas unidades Ubatuba e Picinguaba.

A proposta detalha as características da relação analisada entre as chuvas e as ocorrências de deslizamentos de terra registradas em Ubatuba/SP, visando aperfeiçoar as ações da Defesa Civil local, que considera apenas o período de dezembro a março para chuva de 120 mm acumulada em até 72 horas, indicador comum utilizado para todos os municípios do litoral norte paulista, conforme já exposto.

Tabela 19.

Ubatuba/SP: parâmetros mensais dos totais pluviais potencialmente deflagradores de deslizamentos de terra

<i>Unidades Climáticas</i>		<i>Meses</i>						
		<i>Nov</i>	<i>Dez</i>	<i>Jan</i>	<i>Fev</i>	<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>Mai</i>
Picinguaba	IB1							
Ubatuba	IB2							
								

Os dados da Tabela 19 também resultam da análise do Capítulo II.2, que apresenta diversos indicadores de pluviosidade das unidades climáticas do município, sintetizados nas Tabelas 4, 5 e 6.

Dentre os principais indicadores, destaca-se a variabilidade pluviométrica, que pode se configurar em um fator condicionante de risco. Na Tabela 4, o mês de fevereiro apresenta a variabilidade pluvial mensal mais elevada para todo o município, e março para Picinguaba. Desta forma, a relação é direta entre esse indicador (Tabela 4) e os registros de ocorrências de deslizamentos de terra (Figura 36), que apontam fevereiro como o mês mais crítico.

Nas séries de dados analisadas para o litoral norte paulista por Tavares et al (2003; 2004), verificaram que as áreas onde foram identificadas variabilidade pluvial mais elevada, também registraram o maior número de eventos chuvosos críticos ou extremos, que deflagraram deslizamentos de terra. Portanto, é um fator que indica aumentar a probabilidade de ocorrência desses processos sob essa condição. Os resultados obtidos até aqui despertaram o interesse em investigar, mesmo que baseado em dados parciais, os deslizamentos de terra registrados em Ubatuba/SP no período posterior à análise realizada, de 2001 a 2009.

Tal período não compôs a análise pluviométrica detalhada pela ausência de dados pluviométricos dos postos utilizados neste estudo, que foram desativados, conforme já citado anteriormente.

Durante a década de 2000, de maneira geral, continuou havendo deslizamentos de terra em Ubatuba/SP, como demonstraram Tavares & Mendonça (2010), que investigaram os casos registrados até 2009. O levantamento atestou a habitualidade anual de ocorrência dos deslizamentos de terra no município. Houve registros no verão de 2002/2003, em dezembro de 2002, janeiro e março de 2003.

No dia 29/11/2003 ocorreu o episódio mais grave, com mais uma vítima fatal em Picinguaba, soterrada por um deslizamento que atingiu sua casa por volta das 2 horas da manhã. Desta vez, uma casa de veraneio, de um senhor de 78 anos, delegado aposentado, que não conseguiu escapar a tempo. Este caso desperta outro aspecto da questão: não são apenas nos assentamentos precários que ocorrem deslizamentos de terra e onde pessoas estão expostas ao perigo de perder a vida.

Em 2005, novos deslizamentos voltaram a ocorrer, em janeiro, abril e novembro, quando 9 dias seguidos de chuva, que acumulou mais de 200 mm, provocou a queda de dois matacões que interditaram a Rodovia Rio-Santos (BR-101). No ano seguinte, 2006, em fevereiro, março e novembro, houve registros de totais pluviais elevados e ocorrência de deslizamentos de terra em Ubatuba/SP, período que recebeu atuação da ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico Sul.

Após o ameno ano de 2007, os meses de fevereiro, maio e novembro de 2008 registraram outros deslizamentos de terra e episódios de configuração da ZCAS.

O ano seguinte, 2009, foi marcado por mais uma tragédia ocorrida em Ubatuba/SP.

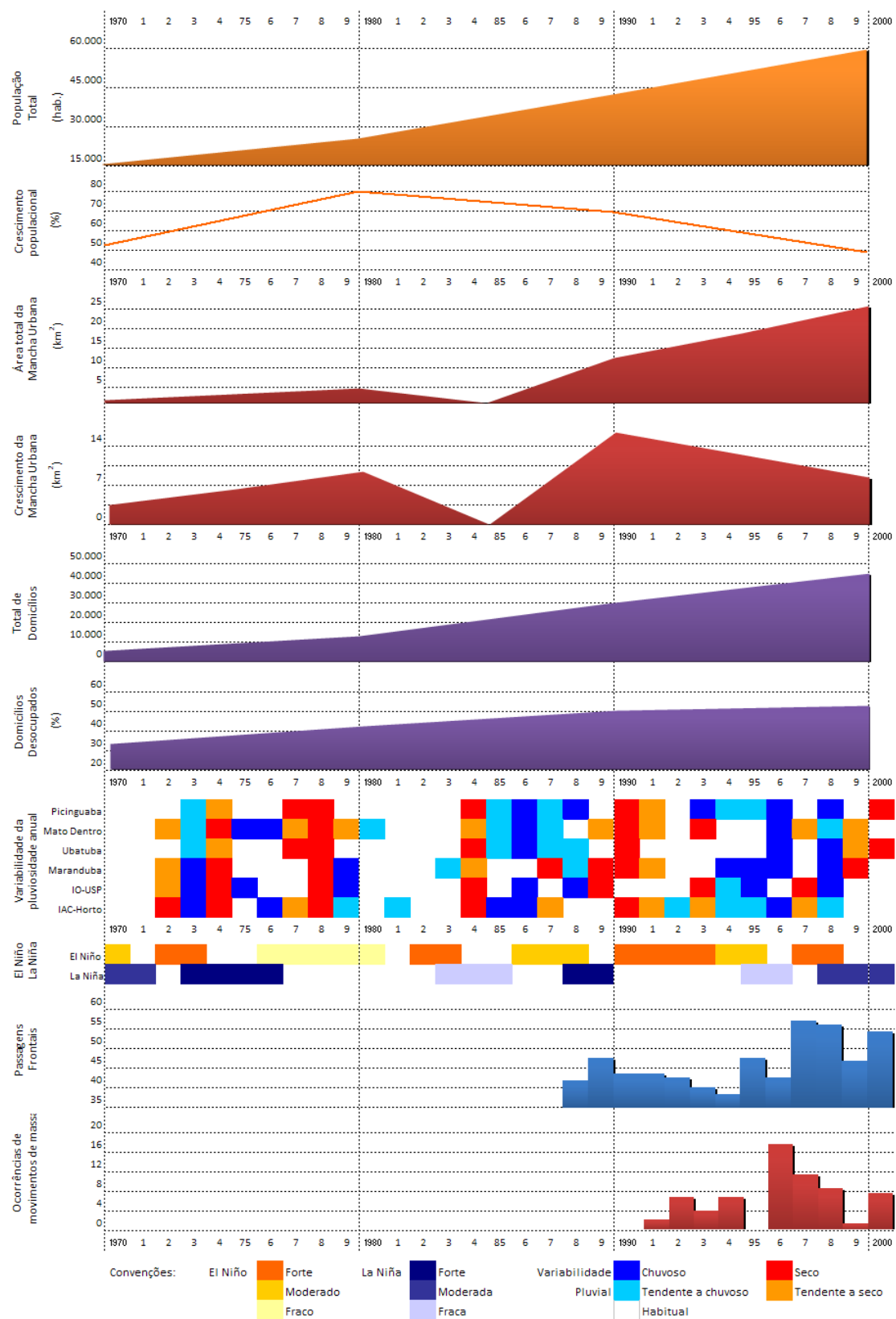
Na manhã do dia 04 de dezembro de 2009, sexta-feira, uma criança de oito anos morreu soterrada por um deslizamento de terra que invadiu sua casa, localizada em uma área de encosta próxima a BR-101. Em muitos casos observados em famílias de baixa renda que ocupam assentamentos precários, os pais se vêem obrigados a deixar, em suas moradias, os filhos menores de idade desacompanhados de adultos para irem trabalhar, os expondo ainda mais ao perigo de serem vítimas dos deslizamentos de terra. Tal episódio foi marcado pela chegada de uma frente fria associada a áreas de instabilidade, que provocaram chuvas torrenciais desde a 1h30 da manhã, continuamente, até a tarde deste dia, acumulando 216 mm em menos de 24 horas (TAVARES & MENDONÇA, Op.Cit.).

O breve relato dos deslizamentos de terra registrados na década de 2000 combina com os resultados alcançados na presente tese, que indica uma tendência de continuidade nas ocorrências desse tipo de desastre.

Assim, o ritmo da urbanização em Ubatuba/SP conduziu à ocupação de áreas inadequadas, que imbricado ao seu ritmo climático, caracterizado pela elevada variabilidade pluvial e concentração da chuva em episódios extremos, deflagraram os deslizamentos de terra e agravaram a exposição ao perigo dessas ocorrências para uma parcela maior da população.

A análise exposta neste capítulo permite seguir às conclusões e considerações finais da tese. Para tanto, conta-se também com o subsídio da figura seguinte: um ensaio ritmanalítico para Ubatuba/SP (Figura 43). O gráfico consiste em uma tentativa de representar os principais dados anuais analisados (Tabelas 2 e 15; Figuras 31 e 34; e fontes citadas), em sequência temporal de 1970 a 2000, vislumbrando apreender seus ritmos e o entendimento da problemática em questão.

Figura 43.
Ubatuba/SP: ensaio ritmanalítico entre 1970 e 2000



PARTE III. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS



Domingo no Morro – óleo/tela, Candido Portinari (1935)
Coleção privada – São Paulo/BR

As conclusões desta tese se fundamentam nas evidências empíricas encontradas na análise, aqui situadas no contexto amplo do conhecimento científico das áreas abrangidas pela problemática investigada.

As hipóteses foram formuladas visando responder algumas questões, condutoras da investigação:

Na atualidade, os desastres naturais do tipo deslizamentos de terra estão mais frequentes, as chuvas estão mais intensas e/ou as repercussões na superfície são mais sentidas pela população em Ubatuba/SP?

Tais fatos advêm da intensificação do uso e ocupação do solo e/ou das variações do clima em Ubatuba/SP?

Desta forma, as hipóteses se diferenciam basicamente quanto à atribuição da causa das ocorrências dos deslizamentos de terra em Ubatuba/SP.

Assim, a análise buscou identificar se os aspectos relacionados ao ritmo climático e aos fatores de ordem natural predominam como responsáveis pelo aumento no número de ocorrências dos deslizamentos de terra; e/ou, se esses desastres estão mais associados à ação humana, por meio da urbanização, cujo ritmo imprimiu novos padrões e tipos de uso e ocupação do solo urbano ao longo da extensão territorial do município nas últimas décadas.

As consequências dessa relação vão além das ocorrências dos desastres em si, promovendo também a exposição maior da população ao perigo de serem vítimas dos deslizamentos de terra e a configuração de novas áreas de risco a esses processos geodinâmicos no município de Ubatuba/SP.

O arcabouço teórico-conceitual adotado na tese, oriundo da ritmanálise e do conhecimento dos ritmos, demonstrou ser apropriado à análise da associação entre as variáveis climáticas e aquelas ligadas à urbanização em Ubatuba/SP, frente às hipóteses de relação de interferência de uma sobre a outra na causa do aumento no número de ocorrências de desastres do tipo deslizamentos de terra no município.

Os ritmos analisados são distintos entre si, porém, demonstram estar imbricados, exercendo influência na resultante do problema aqui tratado. Os ritmos advêm da repetição de processos lineares e de processos cíclicos, a eles inerentes. Tais processos se dissociam na análise, mas na realidade, são constantemente interferentes, como apontou Lefebvre (1992). Em concordância com a abordagem do autor, o ritmo está presente em toda parte onde há interação de um lugar, de um tempo e de um gasto de energia.

Conforme as concepções já discutidas de Lefebvre (Op.Cit.), o cíclico provém do cosmos, da natureza: dias, noites, estações, ondas do mar e marés, ciclos mensais, etc. Os grandes ritmos cíclicos possuem um período e recomeçam. O linear vem da prática social, por conseguinte, da atividade humana: monotonia de ações e de gestos, quadros impostos. O tempo e o espaço, o cíclico e o linear, têm ação recíproca, medem-se um pelo outro. Tudo é repetição cíclica através de repetições lineares. A unidade conflituosa das relações entre o cíclico e o linear gera, às vezes, comprometimentos, às vezes, perturbações.

Nesse contexto, Lefebvre (Op.Cit.) conduz a ritmanálise ao seguinte questionamento: as diferenças induzidas ou produzidas pelas repetições não constituiriam a trama do tempo?

A identificação, nos ritmos, das diferenças, que também se repetem, consistiu um dos principais norteadores da análise realizada na tese.

Em se tratando de uma problemática multifacetada, ou seja, resultante da relação de interferência de componentes de esferas e ordens tão distintas, porém imbricadas, o natural e o humano traduzidos no socioambiental, as conclusões devem ser consideradas interpretações extraídas da análise do comportamento rítmico dos elementos envolvidos na questão, no decorrer do período de 29 anos.

Antes de apresentar as conclusões, cabe levantar alguns aspectos relevantes e apontar as limitações encontradas durante a etapa de desenvolvimento da tese.

A adoção da abordagem ritmanalítica foi considerada satisfatória para a investigação da problemática, pois esta envolve processos não lineares, que apresentam variações, oscilações e ciclicidades. A variabilidade pluviométrica, que se manifesta de maneira não linear no decorrer do tempo, constitui um dos aspectos que dificultam interpretações sobre o clima baseadas em fórmulas ou equações matemáticas, assim como compromete a eficácia dos modelos meteorológicos previsionais.

A urbanização consistiu o principal elemento que caracterizou os ritmos das práticas sociais na cidade, que são compostos e influenciados por outros ritmos em oposição, secretos ou públicos, exteriores ou interiores. Tais aspectos sugerem outras possibilidades de investigação da temática, podendo oferecer contribuições aos trabalhos sobre desastres e vulnerabilidade com enfoque sociológico, abordagem que encontra apoio no arcabouço teórico-conceitual da ritmanálise de Lefebvre (1992).

Na análise das imbricações rítmicas em Ubatuba/SP, não foi possível realizar correlações mais detalhadas, temporal e espacialmente em base georeferenciada, entre a evolução da mancha urbana, o surgimento de áreas de risco aos deslizamentos de terra e os locais

onde foram registradas as ocorrências desse processo no decorrer do período, devido aos dados obtidos estarem em diferentes formatos e escalas, provindos de trabalhos de outros autores e instituições (CARIDADE, 2009; FERREIRA et al, 2008; INSTITUTO GEOLÓGICO, 2006).

No entanto, a evolução temporal e espacial desses fatores, tratados em conjunto, é um aspecto interessante de ser explorado em futuros estudos.

As séries de dados pluviais utilizadas representaram certa dificuldade encontrada na pesquisa, forçada a restringir o segmento temporal de estudo para até 1999, em decorrência do fechamento dos postos pluviométricos do município e/ou de muitas falhas nos registros de chuva a partir do ano 2000, o que prejudica, sobremaneira, futuras análises climatológicas. A desativação dos postos pluviométricos interrompe sequências importantes de registros de chuva, como a série histórica de Mato Dentro, única localidade com dados representativos da Serra do Mar em toda a porção norte do litoral paulista.

O detalhamento dos dados pluviais em nível horário pode revelar outras particularidades do comportamento das chuvas, frente aos registros de ocorrência de deslizamentos de terra no município. Os dados horários apontam características dos episódios pluviais extremos, sobretudo, quanto à frequência e intensidade horária da chuva. Tais aspectos foram impossibilitados de serem investigados devido aos dados representarem totais pluviais diários, provindos de pluviômetros.

A análise do ritmo climático desperta a necessidade de incorporar, de maneira mais efetiva, as variáveis de meso-escala junto à definição dos tipos de tempo e estados atmosféricos atuantes, principalmente, durante as situações sinóticas em que são observados episódios pluviais extremos.

Os fenômenos oscilatórios e cíclicos do Oceano Pacífico, representados pela ODP, que influenciam a configuração dos El Niños e La Niñas ao longo dos anos, e a ZCAS, conhecida por intensificar as chuvas nas áreas sob sua atuação, se consistem em variáveis climáticas cada vez mais destacadas na atualidade, merecendo análises detalhadas que podem ser empreendidas por outros autores em novos estudos.

Após os apontamentos, indicações e sugestões apresentadas, parte-se para os resultados alcançados pela pesquisa.

As conclusões apontam para explicações que são indicativas de respostas, frente aos padrões identificados, baseados nas evidências disponíveis e analisadas nos ritmos do clima e nos ritmos da urbanização em Ubatuba/SP, assim relacionadas:

Os **padrões de distribuição espaço-temporal das chuvas** para o segmento temporal de 1971-1999 em **Ubatuba/SP** apontam para uma **elevada variabilidade e diferenças pluviais** significativas entre os **postos** e em suas **séries**, no decorrer das três **décadas** analisadas, o que permitiu distinguir **três unidades climáticas** no município, denominadas Ubatuba, Picinguaba e Serra do Mar.

A **unidade Ubatuba**, representada pelos postos pluviométricos Ubatuba e Maranduba, engloba as porções **central e sul** do **município**, que correspondem, predominantemente, à área de **planície mais urbanizada** de Ubatuba/SP, com pluviosidade anual habitual entre 2050 mm e 2200 mm, podendo atingir mais de 2500 mm em anos excepcionalmente chuvosos. A máxima pluvial anual absoluta no posto **Ubatuba** foi de 2794,2 mm em 1996, e de 2862,7 mm no posto **Maranduba**, no ano de 1994.

A **unidade Picinguaba** abrange a porção **norte** no **município**, **menos urbanizada, mais** preservada e **chuvosa**, habitualmente em torno de 2300 mm e 2400 mm/ano, podendo superar 3000 mm em anos muito chuvosos. A máxima pluvial anual absoluta alcançou 3417,9 mm em 1996 no posto Picinguaba.

A **unidade Serra do Mar** foi utilizada como referência para a elaboração dos indicadores pluviais do município, representando a **pluviosidade** sob influência do **efeito orográfico** na cota altimétrica de 220 metros – posto **Mato Dentro**. Os dados não foram utilizados para a correlação com as ocorrências de deslizamentos de terra por refletirem a pluviosidade de uma área que, em tese, não deveria haver ocupação, pois se trata do Parque Estadual Serra do Mar. Nessa altitude, observa-se um **incremento pluvial** aproximado de **30% nas chuvas anuais** em comparação à planície mais urbanizada, alcançando os **maiores totais pluviais** registrados, habitualmente em torno de 3000 mm/ano, que já superaram 4000 mm em anos de pluviosidade extrema. A máxima pluvial anual absoluta de toda série foi registrada em Mato Dentro na primeira década analisada, quando totalizou 4285,3 mm/ano em 1973.

Os dias sob **atuação dos sistemas tropicais** predominam anualmente em **Ubatuba/SP** (MONTEIRO, 1973; SANT'ANNA NETO, 1990; BRIGATTI, 2008), o que faz jus a posição latitudinal que ocupa e confirma sua classificação tipológica de **Clima Tropical Úmido**.

Na **década de 1990**, episódios de **precipitação pluvial extrema** se **intensificaram** em **Ubatuba/SP**, sobretudo, durante o verão, com **totais** diários e acumulados de **chuva**, em geral, **mais elevados**.

Os **episódios pluviais extremos** analisados estão associados, principalmente, às **passagens e permanências dos sistemas frontais** na região. A pluviosidade é **intensificada** e agravada quando os dias seguintes à atuação dos sistemas frontais se configuram as Zonas de Convergência do Atlântico Sul – **ZCAS**, como ocorreu em 1996.

No entanto, **não houve** uma **correlação** direta entre os **anos** mais **chuvosos** e o **aumento** no número de **passagens frontais**, nem quanto à **intensificação** dos **fenômenos do Pacífico Sul** (El Niño e La Niña), como aponta a Figura 43.

Houve uma **tendência de concentração pluvial** em períodos homogêneos bem definidos na **década de 1990**, comparada às anteriores, como a migração do **período mais chuvoso** em todos os postos, de novembro a janeiro na década de 1970, para **janeiro a março** nos **anos 1990**, o trimestre com as **maiores frequências e totais pluviais sazonais** da série analisada.

Nas unidades que abrangem a planície urbanizada, destacam-se a definição clara de **fevereiro e março** como os meses **mais chuvosos** da **década de 1990**, nos **totais absolutos** e no **maior número de dias com chuva**. Também foram os meses com o **maior número de episódios de chuvas acima de 80 mm/dia**, sendo que **Picinguaba** inclui janeiro e novembro na frequência configurada nos **anos 1990**, década marcada pelo **expressivo aumento** de registros desse tipo de episódio.

Os **totais pluviais diários máximos absolutos**, da série de dados dos postos localizados na planície, foram registrados em **fevereiro**, mês que corresponde àquele que possui a **variabilidade pluvial** mais **elevada** no município.

Em **Picinguaba**, o volume **máximo diário** de **chuva** ocorreu em fevereiro de **1996**, com 356,4 mm/dia; em **Maranduba** e **Ubatuba**, as máximas pluviais diárias foram registradas em fevereiro de **1988**, com respectivamente, 410 mm e 277,5 mm/24 horas.

As repercussões das chuvas extremas do ano de **1988** em todo o litoral paulista, que deflagraram uma série de deslizamentos de terra, motivaram a elaboração e a implantação do **PPDC** – Plano Preventivo de Defesa Civil específico para escorregamentos de encostas da Serra do Mar no Estado de São Paulo.

O ano de **1996** representou aquele que atingiu **extremos pluviais** no verão nunca antes registrados na série estudada, o que pode ser considerado o período de **maior excepcionalidade climática** observada, quando o **ritmo climático** sofre **desvios e variações positivas extremas** que repercutem em **pluviosidade muito elevada**, concentrada e contínua.

O mês de **fevereiro de 1996** foi o **mais chuvoso** da **década de 1990** em todos os postos, quando **Picinguaba** e **Mato Dentro** atingiram os **totais pluviais mensais máximos absolutos** de toda a série, superando, pela primeira vez, 1000 mm/mês.

Nos postos **Ubatuba** e **Maranduba**, fevereiro de 1996 foi o segundo mês mais chuvoso da série de 29 anos, superado apenas por **fevereiro de 1988**.

As **sequências chuvosas** com os **totais pluviais absolutos** mais **elevados** de toda a série foram também registradas em **fevereiro de 1996**, nos postos **Picinguaba** (962,9 mm) e **Mato Dentro** (1121,4 mm).

Nos anos seguintes a 1996 também foram registrados **episódios pluviais extremos**, principalmente entre a primavera de **1997** e o verão de **1998**.

As **variações** significativas na **distribuição temporal e espacial** da **chuva** em **Ubatuba/SP** revelam que a ocorrência de episódios de elevada pluviosidade, nos 29 anos analisados, não está diretamente associada à quantidade maior de dias com chuva. **Sequências pluviais** que totalizam **volumes maiores** de chuva vêm ocorrendo em **períodos menores** de dias na **última década**.

Assim, de maneira geral, o **ritmo climático** em **Ubatuba/SP** apontou uma **intensificação** de **episódios pluviais extremos** nos **anos 1990**.

Os **anos 1990** (1991-2000) marcam a fase mais significativa na **urbanização** em Ubatuba/SP, onde a **intensificação** do seu ritmo provocou o **maior crescimento** da **mancha urbana** em $\text{km}^2/\text{década}$, **expansão** que avançou, predominantemente, sobre **áreas** de morros e de baixa à média **encosta** da Serra do Mar, terrenos **naturalmente suscetíveis** aos processos de instabilização, como os **deslizamentos de terra**.

A imagem de satélite do ano 2000, que reflete a **evolução da mancha urbana** durante a década de 1990 (**1991 a 2000**), demonstra claramente a grande diferença nessa expansão, com um **crescimento recorde** de **13,71 $\text{km}^2/\text{década}$** .

A mancha urbana medida pela imagem de 1990, que representa a expansão sofrida durante as décadas de 1970 e 1980 (de **1971 a 1990**), teve um **crescimento** de **7,81 km^2** no período de 20 anos.

O mapeamento de **uso e ocupação do solo urbano** de **Ubatuba/SP** (FERREIRA et al, 2008) revela os **tipos** que **predominam** em **setores de encosta** (acima de 20 metros de altitude) do município:

Solo exposto – corresponde a 29,9% da área total mapeada que possui algum uso e ocupação do solo urbano classificado em setores de encosta, refletindo um tipo que **aumenta a suscetibilidade** dessas áreas ao desenvolvimento de processos geodinâmicos de **deslizamentos de terra** e de **erosão** no município;

Urbano 8 – ocupa 24,7% da área total mapeada em encostas, correspondendo ao tipo de ocupação do solo urbano representado por **favelas e invasões** de uso **residencial** de baixo e muito **baixo padrão**, cuja frequência relativa quanto à área ocupada alcança 43,7%;

Chácaras residenciais – representa 13% da área total mapeada em setores de encosta de Ubatuba/SP.

Com base nesses resultados, que representam fatos constatados no período estudado, as evidências identificadas na análise das imbricações entre os ritmos do clima e os ritmos da urbanização na formação de risco e vulnerabilidade aos deslizamentos de terra em Ubatuba/SP são, assim, ressaltadas:

A porção norte da Zona Costeira Paulista, onde está localizada **Ubatuba/SP**, é formada por uma **estreita planície litorânea** e por um conjunto de **escarpas da Serra do Mar**, cujas **vertentes**, muito **inclinadas**, **abruptas** e **recortadas** por sucessivas **bacias hidrográficas**, são **naturalmente suscetíveis** à ocorrência de **deslizamentos de terra** e outros tipos de movimentos gravitacionais de massa (INSTITUTO GEOLÓGICO, 2006; TOMINAGA, 2007; FERREIRA et al, 2008).

Os **deslizamentos de terra** em setores de **encosta** da Serra do Mar são observados, inclusive, em **áreas** que **não sofreram** qualquer **intervenção humana**.

Os vários tipos de **instabilização** verificados nas **encostas da Serra do Mar** podem ser **decorrentes** do tipo de material envolvido, como a presença de **solos rasos, rocha alterada, exposta e matacões** (WOLLE & CARVALHO, 1989), todos encontrados ao longo da extensão territorial do município de **Ubatuba/SP**.

A maioria das ocorrências de **instabilização de encostas** registrada na década de 1990 no município de **Ubatuba/SP** é representada, principalmente, por escorregamentos de solo, nominados também de **deslizamentos de terra**, predominando os **translacionais (planares)** de alta e média encosta da Serra do Mar. Esses movimentos gravitacionais de massa estão ligados à **saturação do solo** pela **infiltração** das águas da **chuva**, que gera o aumento de tensões atuantes e queda de resistência, chegando até a eliminação da coesão do material, o que pode ser suficiente para provocar a ruptura (WOLLE et al, 1976 apud TAVARES et al, 2004).

Outros mecanismos de **instabilização** de taludes em **Ubatuba/SP** podem ser atribuídos à **intervenção humana**, quando são realizados **cortes e aterros mal executados, fossas mal construídas, lançamentos inadequados** das águas servidas e de **lixo**, além de **intervenções** no sistema de **drenagem** de águas **pluviais e fluviais**. Tratam-se de práticas comumente observadas no processo de ocupação do solo urbano nos setores de encosta do município.

A partir da implantação do PPDC, em 1989, os **deslizamentos de terra** em **Ubatuba/SP** começaram a serem registrados em **1991**, e até 1994, as ocorrências totalizavam entre duas e sete ao ano.

O ano de **1996** foi marcado pelo **maior número de ocorrências de deslizamentos de terra** da série analisada (até o ano 2000), os **primeiros registros** (desde 1989) em **Picinguaba** e de **vítimas fatais** atingidas por esses desastres.

Nos anos seguintes, **1997, 1998 e 2000**, o **número** de registros de ocorrências de **deslizamentos de terra** em **Ubatuba/SP** **aumentou** em relação ao período de 1991-1994, atingindo entre oito e onze ocorrências/ano.

O ano de **1999** representa uma exceção no comportamento pluvial do final da década de 1990, com **baixa pluviosidade** anual e durante o verão nas porções central e sul do município, tendo apenas **uma ocorrência** verificada no mês de abril.

O mês de **fevereiro** novamente tem destaque, desta vez, como aquele com o **maior número** de ocorrências de **deslizamentos de terra** registradas em **Ubatuba/SP**, seguido pelo mês de março.

A **expressiva variabilidade pluvial** observada no mês de **fevereiro** em **Ubatuba/SP**, acima de 70% em todo o município, representa um fator que pode **agravar o perigo**, o **risco** e o grau de **vulnerabilidade** da **população** frente aos processos de **deslizamentos de terra**.

Os registros de **ocorrências de deslizamentos de terra** em **Ubatuba/SP** se estenderam entre os meses de **novembro** e **maio** no período de **1991 a 2000**.

Mais da metade dos casos de **deslizamentos de terra** ocorreram com **chuva acumulada superior a 120 mm/72 horas** na unidade **Ubatuba**, e **200 mm/72 horas** na unidade **Picinguaba**.

O **tempo de retorno de precipitação acumulada de 120 mm em 3 dias** em **Ubatuba/SP** é **anual**, ou seja, em **todos os anos** a operação verão da Defesa Civil (PPDC) pode entrar em estado de atenção, o que significa um aumento na **probabilidade** de ocorrer **deslizamentos** de terra e outros processos geodinâmicos de movimentos gravitacionais de massa.

A **intensificação do ritmo da urbanização** de **Ubatuba/SP**, verificada no decorrer da **década de 1990** (imagem de 2000, comparada à de 1990) representa o **maior expansão da mancha urbana** em área total/década e sobre **setores de encosta** do município.

A **intensificação da urbanização** em **Ubatuba/SP** ocorrida nos **anos 1990**, entre os anos de 1991 a 2000, em grande parte, foi promovida pelo **avanço**, nos setores de **encosta** do município, de tipos de **uso e ocupação** do solo urbano considerados de maior **grau de vulnerabilidade**, como o **Urbano 8** e o **Urbano 7**.

Os tipos de **uso e ocupação** do solo **Urbano 8** e **Urbano 7** em setores de **encosta** de **Ubatuba/SP** são representados por **favelas e invasões**, de uso **residencial** de baixo e muito **baixo padrão**, também nominados de **assentamentos precários** pelo poder público ou, simplesmente, **comunidades**, como preferem seus moradores.

A **expansão** desses tipos de **uso e ocupação do solo** urbano em **Ubatuba/SP** pode **eleva**r o **grau** de **vulnerabilidade** e a **probabilidade** de ocorrência de **perigos geológicos** do tipo **deslizamentos de terra** nessas áreas, além de aumentar a **possibilidade** de verificar a presença de **áreas de risco** no município.

O **Urbano 7** é um tipo de uso e ocupação do solo que aparece em menor proporção em **Ubatuba/SP**, mas representa uma **frequência relativa alta** quanto à **área ocupada**, de 23,1% (FERREIRA et al, 2008), o que é considerado preocupante, pois possui **índices mais elevados** de **densidade de ocupação** e **impermeabilização do solo**, onde inexistente vegetação. A cobertura vegetal poderia absorver parte do volume da chuva e minimizar o escoamento pluvial nessas áreas.

Esses **aspectos** verificados no tipo de uso e ocupação do solo **Urbano 7** em **Ubatuba/SP** **agravam** as condições de **estabilidade** dessas áreas, tornando-as ainda **mais suscetíveis** aos processos de **instabilização** de terreno, como os **deslizamentos de terra**.

O mapeamento de **áreas de risco** a **deslizamentos de terra** do município de **Ubatuba/SP** (INSTITUTO GEOLÓGICO, 2006) identificou áreas atribuindo diferentes graus de **risco** à significativa parcela dos setores de **encosta** ocupada pelos tipos **Urbano 8** e **Urbano 7**.

Finalmente, as constatações assim evidenciadas permitem confrontar as hipóteses da tese e conduzir à elaboração das conclusões sobre as imbricações entre os ritmos do clima e os ritmos da urbanização na configuração do risco e da vulnerabilidade aos deslizamentos de terra no município de Ubatuba/SP.

A primeira hipótese, que considera os aspectos relacionados aos ritmos do clima a principal causa pelo aumento do número de ocorrências de desastres do tipo deslizamentos de terra em Ubatuba/SP na atualidade, não se comprova totalmente, nesses termos, mas revela que a intensificação pluvial contribui para o agravamento do problema, conforme os fatos discutidos na sequência.

Partindo da premissa de que o clima é e sempre foi variável, o conceito de mudança climática não se aplica a essa tese, não apenas pela extensão dos dados analisados, mas por considerar que, nessa escala de décadas e, mesmo em estudos com séries de dados desde o século XIX, qualquer ‘mudança’ observada deve se referir à variabilidade climática.

A variabilidade climática é inerente aos ritmos do clima e representa um comportamento natural do sistema acoplado continente-atmosfera-oceano, extremamente dinâmico.

Na perspectiva da escala geológica do tempo, em geral, os estudos indicam que o planeta e seus climas sofreram grandes transformações, em possíveis oscilações periódicas e extremas que apontam para um ritmo caracterizado por repetições cíclicas.

As variações dos climas da Terra em macro-escala estão associadas a elementos externos, de origem astronômica. Atualmente, uma das teorias mais aceitas é aquela sobre os Ciclos de Milankovitch, que considera determinadas especificidades e variações nos movimentos de rotação e translação do Planeta Terra os principais responsáveis pela variabilidade climática global.

O clima do planeta, hoje tido como em aquecimento, tem associado à sua variabilidade a influência de outros fatores, vistos na perspectiva temporal da escala entre décadas.

A atividade vulcânica e as manchas solares são fatores capazes de interferir diretamente na variação climática global do planeta, assim como os fenômenos oceânico-atmosféricos do Pacífico, denominados El Niño/La Niña, e a ODP – Oscilação Decadal do Pacífico.

Tais aspectos foram abordados por Molion (2005), que atribui aos fenômenos do Oceano Pacífico, que apresentam comportamento oscilatório e cíclico, o papel preponderante na variabilidade climática interdecadal.

O autor defende a concepção de que os eventos ODP persistem por 20 a 30 anos, enquanto os El Niños por 6 a 18 meses. Da mesma forma que o El Niño, a ODP apresenta duas fases, quente e fria. A fase fria é caracterizada por anomalias negativas de TSM no Pacífico Tropical e, simultaneamente, anomalias de TSM positivas no Pacífico Extratropical, em ambos os hemisférios. A última fase fria ocorreu no período 1947-1976. Já a fase quente apresenta configuração contrária, com anomalias de TSM positivas no Pacífico Tropical e negativas no Pacífico Extratropical. A fase quente se estendeu de 1977 a 1998 (MOLION, Op.Cit.).

Para o autor, a ODP parece ter entrado novamente em sua fase negativa a partir de 1999, na qual deve permanecer, possivelmente, até 2025, com um consequente aumento da frequência de eventos La Niña, e redução de El Niño. Portanto, se o sistema terra-oceanos-atmosfera se comportar como na fase fria anterior da ODP, entre os anos de 1947 e 1976, a temperatura média global deverá diminuir, pelo menos, em 0,15°C, paulatinamente até 2025. Os totais pluviométricos poderão se reduzir globalmente e no País como um todo, pois uma troposfera mais fria e mais seca é mais estável e produz menos chuva (MOLION, Op.Cit.).

Nesse contexto, a série de dados pluviométricos analisada na presente tese englobou todo o seguimento temporal da última fase quente da Oscilação Decadal do Pacífico que, supostamente, pode ter refletido na elevada pluviosidade observada em diversos episódios, sequências, meses e anos chuvosos no decorrer desse período em Ubatuba/SP.

Os dados dos postos pluviométricos Picinguaba e Ubatuba apresentaram tendência de incremento das chuvas no período analisado. Embora a medida de tendência linear seja um recurso estatístico que demonstra o comportamento dos dados no determinado segmento temporal tratado, sem compromisso algum com o período subsequente, tal técnica representa um bom indicador pluvial comparativo entre as localidades.

As evidências elencadas anteriormente sobre os ritmos do clima em Ubatuba/SP, que destacam a intensificação de episódios pluviais extremos em Picinguaba e a configuração de padrões de concentração das chuvas nas diversas escalas temporais durante a década de 1990 para todo o município, representam fatores que podem agravar o perigo de desencadeamento de deslizamentos de terra no município.

Porém, os aspectos relacionados ao ritmo climático e as chuvas na atualidade não são os únicos, e nem devem ser considerados os principais responsáveis pelo aumento no número de ocorrências de deslizamentos de terra em Ubatuba/SP.

Eventos pluviais extremos, que totalizaram volumes elevados de chuva, já vinham sendo registrados na década anterior – anos 1980, como observados na série de dados pluviométricos dos postos Ubatuba e Maranduba.

Os totais pluviais diários máximos absolutos nos postos Ubatuba e Maranduba foram registrados em fevereiro de 1988, mês em que também foram observadas as sequências chuvosas com os maiores volumes nessas localidades, que alcançaram, respectivamente, 884,1 mm e 638,1 mm. Em Maranduba, a segunda maior sequência chuvosa foi registrada em março de 1985, atingindo 508,9 mm, volume ainda superior ao de fevereiro de 1996, quando totalizou 480,3 mm.

Conforme apontou o levantamento de ocorrências de deslizamentos de terra em Ubatuba/SP (SÃO PAULO, 1992) no período anterior a implantação do PPDC, em 1989, os primeiros processos geodinâmicos desse tipo foram registrados em janeiro de 1978, ano extremamente seco, seguidos por março de 1979 e janeiro de 1981, com pluviosidade habitual. Até esse ano, todas as ocorrências estavam associadas à queda de barreiras nas estradas que cortam o município.

No período subsequente, entre 1982 e 1984, não houve registro de ocorrência de deslizamentos de terra no município de Ubatuba/SP. Os anos de 1982 e 1983 foram caracterizados pela pluviosidade habitual, e 1984, pela pluviosidade extremamente baixa no verão e outono na maioria dos postos.

Contudo, o verão de 1985 marcou o início de uma fase em que os deslizamentos de terra no município passam a ocorrer espacialmente de forma mais extensiva, ou seja, abrangendo mais áreas, e intensivas, quando as consequências têm maior repercussão e provocam impactos negativos mais graves junto à população.

As chuvas do verão de 1985 contribuíram para deflagrar um número significativo de queda de barreiras e o primeiro caso registrado de deslizamento de terra atingindo moradias em Ubatuba/SP, no Morro das Moças, onde já havia ocupação de uso residencial.

Nos anos seguintes, novos deslizamentos de terra ocorreram em Ubatuba/SP, culminando em 1988, quando as consequências se tornaram ainda mais graves, com queda de barreiras que soterraram carros e deslizamentos em áreas habitadas que destruíram casas e provocaram a morte de moradores, como aquele registrado no morro do Saco da Ribeira em 19/02/1988.

Até o ano de 1990, a área abrangida pela mancha urbana de Ubatuba/SP estava restrita à faixa de ocupação mais próxima à orla, nas porções central e sul do município, porém, já avançando sobre os morros adjacentes, onde ocorreram os deslizamentos de terra na década de 1980.

As ocorrências registradas nos anos de 1985 e 1988 em Ubatuba/SP estiveram diretamente associadas à pluviosidade excepcionalmente elevada dos respectivos verões, com os maiores totais pluviais diários e da sequência chuvosa em Ubatuba e Maranduba, períodos que se destacaram na análise do ritmo climático no município, representando extremos pluviais positivos na década de 1980.

De todo modo, o ritmo climático em Ubatuba/SP apresentou um comportamento pluvial variável no decorrer das décadas de 1970 e 1980, constatação que encontra coerência com os estudos e o conhecimento anteriores. Trata-se de um município que possui padrões de pluviosidade elevada, vistos na análise pelas diversas escalas temporais.

O ritmo climático em Ubatuba/SP nas décadas de 1970 e 1980 já registrava períodos de pluviosidade extrema, com episódios que acumularam totais pluviais suficientes para provocar a deflagração de processos de deslizamentos de terra, ocorrências somente intensificadas a partir da segunda metade dos anos 1980.

Tais processos atingiram, primeiramente, áreas que sofreram fortes intervenções no ambiente, como aquelas afetadas pela construção de estradas no município, obras que demandaram, dentre outras práticas, a realização de uma série de cortes em taludes e modificações no sistema de drenagem.

Conforme já visto, tais práticas representam fatores que comprometem a estabilidade dos terrenos, aumentam a suscetibilidade da área ao perigo de ocorrência de deslizamentos de terra e, conseqüentemente, agravam o risco de verificar esses processos nesses locais.

Assim, o aumento no número de ocorrências de deslizamentos de terra nos anos 1990 em Ubatuba/SP não deve ser atribuído diretamente aos padrões pluviais configurados pelo ritmo climático durante esse período, pois episódios pluviais extremos, com totais elevados de chuva diária e de sequências chuvosas, já vinham sendo registrados anteriormente e, inclusive, deflagrando esses processos geodinâmicos.

Por outro lado, a última década analisada, entre os anos de 1991 a 1999, apresentou extremos pluviais ainda maiores em Picinguaba, localidade onde foram registradas todas as máximas absolutas da série em 1996, de precipitação diária, mensal, anual e da sequência chuvosa.

Tal fato deve ser evidenciado, pois indica uma intensificação pluvial ainda maior nos anos 1990, comparada às décadas anteriores, nessa porção norte do município, representada pela unidade Picinguaba, onde o ritmo climático se caracteriza por padrões pluviais que atingem volumes mais elevados em relação àqueles observados na unidade Ubatuba.

As sequências chuvosas máximas de 1991 a 1998 em Picinguaba acumularam entre 243,7 mm e 962,9 mm. Em 1999, a sequência pluvial máxima atingiu 180 mm que, embora elevada, representou uma diferença no ritmo, um comportamento não habitual, um extremo negativo, que do ponto de vista climatológico, não contribui para agravar o perigo de ocorrência de processos de deslizamentos de terra nessas áreas. De fato, não houve ocorrências registradas em Picinguaba no ano de 1999.

A análise da série de dados constata que chuvas acumuladas em sequências diárias contínuas, com volumes pluviais que alcançam entre 240 mm e 340 mm, são observadas anualmente em Picinguaba.

Os totais pluviais das sequências chuvosas máximas anuais em Picinguaba representam mais um indicador que comprova o incremento pluvial verificado na área.

Como referência estatística, a média pluvial das sequências chuvosas máximas anuais em Picinguaba, para o período 1971-1999, foi de 338,7 mm. Considerando apenas o período entre 1991-1999, a média pluvial das sequências chuvosas máximas atingiu 461,3 mm.

Portanto, o ritmo climático em Ubatuba/SP revela que episódios de chuva elevada, concentrada e/ou prolongada são anualmente recorrentes e fazem parte de um padrão pluvial considerado habitual no município. O conceito de padrão habitual, intrínseco à noção de ritmo climático, se aplica quando as variações e desvios na sucessão natural dos diversos estados atmosféricos e tipos de tempo não representam extremos na série de dados.

Em anos com pluviosidade excepcionalmente baixa, sobretudo, durante o período de primavera-verão, observa-se uma significativa redução no número de ocorrências de deslizamentos de terra em Ubatuba/SP.

Porém, nos anos excepcionalmente chuvosos, como 1996, marcado por episódios pluviais extremos que acumularam totais elevados de chuva durante o verão, verifica-se a intensificação das ocorrências de deslizamentos de terra, cujas consequências são consideravelmente agravadas.

A excepcionalidade ou extremo climático, com base nas concepções de Monteiro (1969; 1971; 1973), representa um estado atmosférico atingido em decorrência dos diferentes graus de distorções gerados pelas variações e desvios do ritmo climático, significando o não habitual. Variações climáticas extremas e máximas pluviais excepcionalmente elevadas em uma série histórica de dados caracterizam o que atualmente se considera anomalias do clima.

Outros aspectos do ritmo climático em Ubatuba/SP contribuem para aperfeiçoar o conhecimento da relação entre a chuva e as ocorrências de deslizamentos de terra no município.

A identificação de unidades climáticas foi fundamental para a análise de correlação entre a precipitação pluviométrica e os registros de ocorrências de deslizamentos de terra em Ubatuba/SP.

O mapeamento das unidades climáticas de Ubatuba/SP teve como base a definição dos indicadores de pluviosidade habituais e extremos que contribuíram para identificar padrões homogêneos de distribuição temporal e espacial da chuva no município.

O cálculo do período de retorno de precipitação extrema constituiu outro parâmetro utilizado para identificar as unidades climáticas do município, oferecendo um panorama das possibilidades de verificar a recorrência temporal de volumes elevados de chuva acumulada entre os postos, dados relevantes para a operação e o aperfeiçoamento do PPDC em Ubatuba/SP.

A variabilidade pluviométrica representou o parâmetro de maior relevância na identificação e caracterização das unidades climáticas de Ubatuba/SP.

No trabalho elaborado por Tominaga et al (2004), a variabilidade pluviométrica é considerada um dos fatores que, junto à suscetibilidade do terreno, compõem a análise de perigo a deslizamentos de terra.

O perigo, associado à vulnerabilidade do elemento em risco e ao potencial de dano (valor) desse elemento, definem o grau de risco a pessoas e bens frente às ocorrências de deslizamentos de terra, conforme a metodologia empregada pelos autores para a avaliação de risco (TOMINAGA et al, Op. Cit.).

A elevada variabilidade pluviométrica nos meses de verão, como é observada em Ubatuba/SP, reflete os extremos pluviais positivos registrados no período analisado. Neste sentido, a previsibilidade do fenômeno pluvial e sua repercussão no espaço geográfico estão menos sujeitas a acertos, considerando as variações extremas da chuva, que podem superar as máximas pluviais até então registradas.

Conforme a análise dos dados, a maioria das ocorrências de deslizamentos de terra foi deflagrada por episódios de chuvas extremas. Assim, a elevada variabilidade pluvial representa um fator que indica aumentar a probabilidade de verificar a ocorrência desses processos sob essas condições.

Deste modo, as pessoas estão mais expostas ao perigo de ocorrência de deslizamentos de terra e sob risco mais elevado de serem vítimas desses processos naquelas localidades que apresentam alta variabilidade pluviométrica, sob determinados condicionantes naturais do terreno e tipos de uso e ocupação do solo que elevam o grau de vulnerabilidade dessas áreas.

Assim, conclui-se que o padrão de elevada pluviosidade de Ubatuba/SP, característica do seu ritmo climático, deve continuar sendo considerado o principal elemento deflagrador dos deslizamentos de terra, porém, não o seu causador, constatação que encontra subsídios na discussão das outras hipóteses apresentadas para a tese.

A hipótese que considera os aspectos relacionados aos ritmos da urbanização de Ubatuba/SP preponderantes enquanto a causa principal das ocorrências de deslizamentos de terra possui algumas restrições, embora os fatores ligados à expansão urbana do município tenham demonstrado exercer fortes interferências que resultaram no agravamento do problema.

Essa hipótese buscava comprovar que o crescimento populacional e a expansão da mancha urbana de Ubatuba/SP conduziram à ocupação de áreas naturalmente suscetíveis aos deslizamentos de terra, aspectos que resultaram no aumento dos números de registros dessas ocorrências e de pessoas expostas a esse perigo no município.

No caso da expansão urbana ser considerada o principal fator responsável pelos deslizamentos de terra em Ubatuba/SP, seria de se esperar o registro dessas ocorrências na maioria dos episódios de chuva diária e acumulada com totais elevados.

Assim, nas estações de primavera e verão, anualmente, poderiam se verificar ocorrências de deslizamentos de terra em Ubatuba/SP, uma vez que episódios chuvosos são considerados habituais no município durante esse período.

Entretanto, a expectativa anual de ocorrência habitual de deslizamentos de terra em Ubatuba/SP, com volumes pluviais elevados, não se confirmou na análise dos dados.

A série de dados apontou, por exemplo, episódios de chuva com totais superiores a 120 mm/24 horas e sequências chuvosas que ultrapassaram 200 mm na última década, como em 1995, ano que teve uma primavera chuvosa e não registrou ocorrências de deslizamentos de terra no município.

As chuvas de 1995 não foram capazes de deflagrar deslizamentos de terra nesse ano, embora a primavera tenha contribuído para dar início ao período de pluviosidade elevada de maior destaque da análise do ritmo climático.

O período de volumes pluviais elevados do final do ano de 1995 se prolongou até o verão do ano seguinte, culminando no mês mais excepcionalmente chuvoso da década em Ubatuba/SP – fevereiro de 1996.

Por outro lado, há o exemplo do ano 1991, que teve o padrão pluvial anual classificado como tendente a seco na maioria dos postos, comportamento similar observado em todo o triênio 1989-1990-1991, marcado por totais anuais de chuva relativamente baixos, sobretudo, em 1990, ano considerado extremamente seco em todo o município. Trata-se da única sequência de três anos com baixa pluviosidade da série analisada e a temporada pouco chuvosa de maior destaque das últimas duas décadas em Ubatuba/SP.

Os padrões pluviais sazonais do período compreendido pelo outono de 1991 até o outono de 1992 foram, alternadamente, habituais e tendentes a secos, sendo a primavera de 1991 caracterizada pela pluviosidade extremamente baixa em todos os postos e destacada como a mais seca em Ubatuba/SP na década de 1990.

No entanto, ocorreram deslizamentos de terra no município nos meses de janeiro e maio de 1992. Embora componham períodos

classificados sazonalmente como secos, não se isentaram de registrar episódios de precipitação acumulada elevada que deflagram desastres.

Em janeiro de 1992, o episódio pluvial que deflagrou quatro ocorrências de deslizamentos de terra em Ubatuba/SP teve um total de chuva acumulada em 72 horas superior a 160 mm, volume pluvial considerado habitual durante o verão no município.

Em maio de 1992, a chuva acumulada de 271,9 mm/72 horas, volume que superou os totais pluviais do mês de maio da maioria dos anos analisados, deflagrou outras três ocorrências no município.

Assim, se evidencia certa habitualidade anual nas ocorrências de deslizamentos de terra em Ubatuba/SP, exceto naqueles anos e estações de primavera-verão de reduzida pluviosidade e na ausência de episódios que acumulam volumes elevados de chuva em três dias.

Em condições habituais do ritmo climático, também se observa habitualmente a deflagração de deslizamentos de terra em Ubatuba/SP.

Entretanto, em condições excepcionalmente chuvosas do ritmo climático, o número de ocorrências de deslizamentos de terra no município tende a aumentar e as consequências a se agravarem na proporção da elevação do volume pluvial acumulado, nos episódios cujos desvios positivos de chuva atingem ou superam os patamares máximos da série, resultando em maiores impactos na superfície e mais pessoas afetadas.

As evidências encontradas na análise e nos exemplos destacados anteriormente, das situações em que houve precipitação elevada sem registros de deslizamentos de terra, bem como o contrário, de ocorrências desses processos em períodos de baixa pluviosidade, levam a concluir que nenhuma das duas primeiras hipóteses se constitui, verdadeiramente, àquela que melhor se enquadra à interpretação da problemática tratada na tese.

Porém, o ritmo da urbanização em Ubatuba/SP, no decorrer das últimas décadas, definiu padrões de uso e ocupação do solo urbano que contribuiu para o agravamento do risco e da vulnerabilidade da população aos deslizamentos de terra no município.

Conforme já discutido, a intensificação do ritmo da urbanização em Ubatuba/SP, com novas ocupações por assentamentos precários em setores de baixa e média encosta, promoveu a configuração de novas áreas de risco no município, em se tratando de terrenos já naturalmente suscetíveis aos processos geodinâmicos de deslizamentos de terra.

O avanço da ocupação do solo urbano sobre esses setores de encosta do município se intensificou, sobretudo, no decorrer da década de 1990, como revela a mancha urbana captada pela imagem de 2000, comparada à imagem de 1990.

Os tipos predominantes de uso e ocupação do solo urbano em setores de encosta em Ubatuba/SP correspondem àqueles constituídos por favelas e invasões formadas por comunidades carentes, em áreas que possuem grau de vulnerabilidade mais elevado e apresentam maior probabilidade de ocorrência de perigos geológicos do tipo deslizamentos de terra, portanto, com maior possibilidade de verificar a presença de áreas de risco a esses processos.

Deste modo, deve-se ressaltar que o avanço da ocupação de novas áreas por favelas e invasões em Ubatuba/SP reflete o que pode ser considerado um padrão predominante no contexto evolutivo sócio-econômico das cidades brasileiras, em que parcela significativa da população passa a viver em condições de pobreza e miséria, nesses lugares formados por comunidades que, em geral, vêem suas carências negligenciadas pelo poder público nas diversas esferas de governo.

Sempre convém lembrar que tais aspectos resultam das elevadas disparidades econômicas e desigualdades sociais historicamente imperantes no país, perpetuadas por um modelo de ‘desenvolvimento’ que favorece a concentração da renda em benefício de grandes corporações e instituições financeiras, em detrimento à distribuição mais equitativa da riqueza junto à população.

Neste sentido, Valêncio et al (2009) destacam que a pobreza é a variável mais relevante para explicar a vulnerabilidade no contexto das chuvas nas cidades brasileiras, e os aparatos cartográficos são a principal ferramenta para impedir aos pobres persistir na luta no terreno ao designar seu lugar como área de risco.

A tese concorda com as concepções defendidas pelos autores, quando consideram que não são os eventos naturais, como as chuvas extremas, produtores de vulnerabilidade, mas apenas um elemento frente a uma dinâmica social apartadora, que faz com que os desastres afetem, primeiramente, a territorialização dos empobrecidos. A lógica segregadora, que dá fluidez ao capital na produção do espaço, sanciona a transferência dos custos ambientais para os mais fracos contra os quais, então, se exercita instrumentos de controle que reforçam a injustiça ambiental (ACSELRAD, 2002 apud VALÊNCIO et al, Op. Cit.).

Assim, os autores afirmam que a tendência geral de aumento no número de desastres relacionados aos fatores de ordem natural no Brasil pode ser atribuída, em grande parte, aos contínuos e crescentes processos de vulnerabilidade induzidos pela modernização conservadora nos meios urbano e rural (VALÊNCIO et al, Op. Cit.).

A discussão trazida de Santos (1993) aponta que seria mais correto pensar em um Brasil urbano com áreas agrícolas do que um Brasil agrícola com áreas urbanas, diante da revolução urbana que se processa no Brasil desde a década de 1980.

O Brasil urbano se desenvolve seguindo a lógica da urbanização corporativa, conceito defendido por Santos (Op. Cit.) e adotado nesta tese para definir a urbanização de Ubatuba/SP, subsidiando o entendimento da evolução desse processo no município.

Segundo as concepções do autor discutidas anteriormente, na urbanização corporativa, a lógica do crescimento urbano das cidades dos países não desenvolvidos faz a economia imperar enquanto condutora do Estado, em detrimento à justiça e/ou às demandas sociais.

O processo de urbanização corporativa se impõe à vida urbana como um todo, mas como processo contraditório, opondo parcelas da cidade, frações de população, formas concretas de produção, modos de vida, comportamentos (SANTOS, Op. Cit.).

No processo de urbanização de áreas sujeitas aos desastres naturais, Valêncio et al (Op.Cit.) destacam que as estratégias de produção de riqueza perpetuam a desigualdade distributiva que se manifesta, dentre outras formas, na degradação da pessoa humana e na indiferença diante dos direitos de territorialização dos empobrecidos, que não dispõem de um Estado eficiente para lhes dar guarida e proteção. Assim, esses empobrecidos se tornam vítimas fáceis do impacto de fatores de ameaças naturais, como as chuvas torrenciais.

As concepções de risco de Veyret (2007) se coadunam ao enfoque dado à análise dessa problemática aqui tratada, quando afirma que o Homem pode ser tanto vítima quanto agressor do meio ambiente.

A ação humana, involuntária ou não, contribui para o agravamento da degradação e dos riscos socioambientais, quando promove a ocupação do solo com práticas inadequadas, na construção de moradias frágeis e inseguras, em locais naturalmente instáveis e suscetíveis aos processos geodinâmicos como os deslizamentos de terra.

No contexto da urbanização de Ubatuba/SP, ressalta-se o papel desempenhado pelo turismo, compreendido por um conjunto de atividades e de serviços que vem conduzindo, cada vez mais, a economia e o crescimento da cidade nas últimas décadas. O turismo é favorecido pelos inúmeros atrativos que o município dispõe, entre ilhas, cachoeiras e mais de 70 praias.

O turismo dinamiza o mercado imobiliário de Ubatuba/SP, provocando a valorização dos terrenos mais planos e próximos à orla. Por outro lado, a urbanização intensificada pelo turismo expulsa a população de menor renda das áreas mais centrais da cidade para a zona periférica do município, onde encontram outras vítimas desse processo, novos moradores atraídos pelo trabalho na construção civil.

Na perspectiva rítmica, o turismo também é responsável por imprimir novas características demográficas à urbanização de Ubatuba/SP, como aponta a relação entre os números de habitantes e de domicílios, ocupados e desocupados, no decorrer das décadas anteriores.

O número de domicílios no município de Ubatuba/SP vem crescendo em proporção maior ao número de habitantes. Quando em 1980 havia a relação de 1 domicílio/2 habitantes, em 2000 passou a 1 domicílio/1,44 habitantes.

No ano 2000, o número de domicílios desocupados ultrapassou pela primeira vez o número de domicílios ocupados, refletindo outro aspecto que salienta as características da expansão urbana recente de Ubatuba/SP voltada ao turismo.

Assim, a urbanização recente de Ubatuba/SP revela que grande parcela dos imóveis construídos no município se refere à segunda residência, de uso sazonal por uma população flutuante.

Segundo os dados da prefeitura de Ubatuba/SP (PREFEITURA MUNICIPAL DE UBATUBA, 2009), a população flutuante da cidade pode chegar a 300.000/dia na alta temporada de verão, em especial, nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, e atingir cerca de 800.000 nos feriados de réveillon e carnaval, número que decuplica a população total do município.

A movimentação de pessoas rumo às praias na temporada de verão representa, em geral, um comportamento tradicional entre a população mundial na atualidade, e reflete um hábito cultural cada vez mais fortalecido entre os brasileiros de diferentes condições sociais.

A dinâmica e o incremento populacional que se observam no litoral durante a temporada de verão seguem o que Lefebvre (1992) classifica como ritmos públicos e, portanto, sociais, conduzidos pelos calendários, festas, cerimônias e celebrações. Neste caso, as comemorações da chegada do ano novo e as festas de carnaval conduzem ritmos sociais dominantes em Ubatuba/SP nesses feriados.

Neste sentido, as declarações anteriores de Lefebvre (1990) se enquadram perfeitamente ao contexto aqui tratado, quando considera que *a nossa época encontrou um espaço para os festivais e para o lazer – a praia*, em detrimento à cidade não litorânea, que perde esse caráter por não oferecer espaços de liberdade e aventura.

No caso das cidades paulistas da orla oceânica, esse período de veraneio e de aumento considerável da população temporária corresponde exatamente àquele em que são registrados volumes pluviais acumulados maiores e episódios de chuvas extremas.

As chuvas intensas de verão, muitas vezes, vêm associadas a outros fenômenos atmosféricos, como o granizo, às descargas elétricas e os vendavais, combinação caracterizada como temporais, comumente observados em Ubatuba/SP.

Tais fenômenos são conhecidos por gerarem grandes transtornos junto à população, que sofre perdas e danos com os impactos propagados em superfície.

No entanto, a exposição da população ao perigo de ocorrência de deslizamentos de terra em Ubatuba/SP é desigual, frente aos diferentes padrões de instalação das moradias e das características físicas das áreas ocupadas, que refletem níveis distintos de vulnerabilidade.

Embora toda a população de Ubatuba/SP vivencie os mesmos dias chuvosos que acumulam volumes pluviais elevados ao longo do município, considerando suas variações quantitativas e de distribuição espacial, os efeitos negativos do impacto pluvial são mais sentidos pelos moradores carentes que ocupam áreas naturalmente mais suscetíveis aos desastres naturais, o que eleva o grau de vulnerabilidade dessa população aos processos de deslizamentos de terra.

O fato pode ser exemplificado pelo observado no Bairro Ipiranguinha, onde os moradores estão em situação de maior exposição ao perigo de serem vitimados pelos desastres do tipo deslizamentos de terra durante os episódios de chuvas extremas. Trata-se de uma porção territorial do município com alto nível de suscetibilidade natural e de potencial de indução aos deslizamentos de terra, onde já houve ocorrências registradas, aspectos que elevam o grau de vulnerabilidade de sua população a esses processos. Alguns trechos de ocupação desse bairro constituem áreas de muito alto grau de risco aos deslizamentos de terra.

Em situação contrária está a população que ocupa condomínios fechados próximos à orla, em bairros que possuem infraestrutura considerada adequada e que compõem unidades de uso

do solo com baixo grau de vulnerabilidade e de potencial de dano aos moradores.

Diante do exposto, sobre os aspectos do ritmo da urbanização em Ubatuba/SP que promoveram o aumento dos níveis de vulnerabilidade de parcela maior da população frente aos processos de deslizamentos de terra, bem como a consequente configuração de novas áreas de risco, torna-se possível validar a hipótese que se adequa a presente tese.

A verdadeira causa das ocorrências de deslizamentos de terra e da formação de risco e da vulnerabilidade a esses processos em Ubatuba/SP advém das imbricações entre os ritmos do clima e os ritmos da urbanização no município.

As imbricações produzem perturbações entre os ritmos, manifestadas no decorrer do período pelas ocorrências de deslizamentos de terra, que resultam da combinação de desvios pluviais extremos, excepcionalidades climáticas e, mesmo, episódios de chuvas elevadas e concentradas habituais no verão, sobre áreas com determinadas características fisiográficas – geológicas e geomorfológicas – e de uso e ocupação do solo.

Os eventos pluviais extremos em Ubatuba/SP repercutem sobre áreas naturalmente suscetíveis aos desastres, ocupadas inadequadamente por tipos de uso do solo urbano que elevam o potencial de indução e o grau de vulnerabilidade da população a esses processos.

A intensificação dos ritmos do clima e dos ritmos da urbanização em Ubatuba/SP verificada, sobretudo, durante a década de 1990, conduziu à acentuação do risco e da vulnerabilidade da população aos deslizamentos de terra no município.

A análise das imbricações rítmicas apontou que, entre os anos 1970 e a primeira metade da década de 1980, o ritmo da urbanização em Ubatuba/SP ainda se apresentava lento, e a expansão da mancha urbana estava mais restrita às áreas menos íngremes do município. Durante esse período, foram poucas ocorrências de deslizamentos de terra registradas em Ubatuba/SP.

Até o início dos anos 1980, a maioria das ocorrências de deslizamentos de terra registradas em Ubatuba/SP esteve associada às fortes chuvas, que alcançaram volumes pluviais acumulados elevados, ou seja, foram desastres deflagrados, principalmente, por desvios pluviais positivos extremos, considerados anomalias no ritmo climático.

A partir de 1985, os ritmos do clima e os ritmos da urbanização em Ubatuba/SP indicaram uma tendência de intensificação, que se confirmou na análise da evolução rítmica dos dados durante a década de 1990.

A intensificação no ritmo da urbanização e a configuração de padrões de chuvas mais concentradas e extremas, verificadas em Ubatuba/SP nos anos 1990, correspondem aos fatores que, imbricados, geraram o aumento no número de ocorrência de deslizamentos de terra e de vitimados por esses processos no município.

A ocupação territorial do município de Ubatuba/SP avançou, via urbanização, sobre relevo com declividade maior e naturalmente suscetível aos processos de instabilização de terrenos, o que gerou ambientes com características mais vulneráveis e de elevado risco.

A população de baixa renda de Ubatuba/SP, que sobre tais áreas edificou residências inseguras, encontra-se em considerável vulnerabilidade socioambiental, pois, sob episódios com elevados volumes pluviais, é gravemente acometida por deslizamentos de terra de forte impacto.

As situações de risco e de vulnerabilidade socioambiental desse território são permanentes a essa população que, sem opção, ocupa áreas naturalmente instáveis da Serra do Mar, suscetíveis aos processos geodinâmicos de deslizamentos de terra.

A concentração pluvial maior verificada na última década em Ubatuba/SP implicou no aumento do perigo de ocorrência de deslizamentos de terreno município, o que resulta em uma população mais exposta às situações de risco.

A expansão urbana ocorrida na década de 1990 em Ubatuba/SP agravou esse quadro, com o aumento de áreas ocupadas por assentamentos precários, que imprimiram situações mais vulneráveis à população que os ocupa. Essa população, em geral, não tem consciência do risco e não percebe o perigo ao qual está exposta frente à possibilidade de ocorrências de deslizamentos de terra nos locais onde construíram suas moradias.

Portanto, a formação de riscos socioambientais e as ocorrências de deslizamentos de terra nesta cidade são contínuas e crescentes, amenizados nos poucos anos em que o ritmo climático apresenta redução nas chuvas – o não habitual – e agravado naqueles extremamente chuvosos.

Em condições habituais do ritmo climático, ou seja, naqueles anos que seguem um padrão que se repete com frequência, os deslizamentos de terra também ocorrem de maneira habitual, ou seja, na maioria dos anos.

Assim, as características geográficas da área atestam, pelas condições naturais do clima, do relevo e da geologia, e aqueles decorrentes do processo de urbanização e de ocupação territorial, a formação permanente de riscos ambientais em Ubatuba/SP.

Tais aspectos, conjugados à complexidade das condições sociais – riqueza, pobreza e miséria – acentuam a vulnerabilidade socioambiental de grande parte da população do município exposta ao perigo dos efeitos catastróficos dos desastres naturais como os deslizamentos de terra.

Todavia, a abordagem integral dos riscos e das vulnerabilidades socioambientais em zonas tropicais úmidas, tal como aqui enfocada para Ubatuba/SP, voltada às ocorrências de deslizamentos de terra, permanece um considerável desafio aos estudiosos, devido, principalmente, ao elevado número de fatores e processos imbricados que operam nessas áreas e configuram essa problemática.

BIBLIOGRAFIA

- Ab'Saber, A.N. 1956, A Terra Paulista. *Boletim Paulista de Geografia*, 23, IGEOG/USP, São Paulo, p. 5-38.
- Ab'Saber, A.N. 2001, *Litoral do Brasil*, Metalivros, São Paulo, 287p.
- Afonso, C.M. 1999, *Uso e Ocupação do solo na Zona Costeira do Estado de São Paulo: uma análise ambiental*, Annablume/FAPESP, São Paulo, 186p.
- Almeida, M.A., Stein, D.P. & Ponçano, W.L. 1992, *Carta Geotécnica do Município de Ubatuba*. Relatório Técnico, IPT, São Paulo, 201p.
- Andrade, M.C. (Org.) 1985, *Élisée Reclus*, Ed. Ática, São Paulo.
- Armani, G., Tavares, R., Silva, M.G. 2007, Mapeamento digital do balanço hídrico climatológico do município de Ubatuba-SP, *Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*, XII, UFRN, Natal, 19p.
- Brasil – Ministério das Cidades & IPT. 2004, *Curso de treinamento de técnicos municipais para o mapeamento e gerenciamento de áreas urbanas com risco de escorregamentos, enchentes e inundações*, Ministério das Cidades; Brasília.
- Brasil – Comissão Interministerial para os Recursos do Mar – C.I.R.M. 2005, *Plano de Ação Federal da Zona Costeira do Brasil*, GI-GERCO, Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro, Brasília, 23p. + anexos.
- Brigatti, N. 2008, *Variação do nível do mar associada às situações sinóticas na gênese dos episódios extremos no município de Ubatuba/SP*, FCT/UNESP, Presidente Prudente, 88p.
- Caridade, G.N.C. 2009, *Análise do crescimento urbano no município de Ubatuba-SP e suas consequências para a balneabilidade das praias*, INPE, São José dos Campos.
- Carvalho, C. S. & Galvão, T. (eds.) 2006, *Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: Guia para Elaboração de Políticas Municipais*, Ministério das Cidades; Cities Alliance, Brasília.
- Chow, V.T. 1953, Frequency of hydrologic data with special application to rainfall intensities, *University of Illinois Bulletin*, Illinois, p. 50-81.
- Claval, P. 2002, A revolução pós-funcionalista e as concepções atuais da geografia, In *Mendonça, F. A. e Kozel, S. Elementos de Epistemologia da Geografia Contemporânea*, Editora UFPR, Curitiba.
- Conti, J.B. 1975, *Circulação secundária e efeito orográfico na gênese das chuvas na região lesnordeste paulista*, IGEOG/USP, São Paulo, 82p.
- Cordani, U.G. et al. 2001, A Terra, a humanidade e o desenvolvimento sustentável. In *Teixeira, W. e Toledo, M.C.M. et al., Decifrando a Terra*, Oficina de Textos, São Paulo, 557p.
- Cruz, O. 1974, A Serra do Mar e o litoral na área de Caraguatatuba - contribuição à geomorfologia litorânea e tropical, *Série Teses e Monografias*, 11, IGEOG/USP, São Paulo, 181 p.
- Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE (São Paulo) 2009, *Dados pluviométricos do Estado de São Paulo*. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br>

- Epicuro 2002, *Carta sobre a felicidade: (a Meneceu)*, tradução de Lorencini A. & Del Carratore, E., Editora da UNESP, São Paulo.
- Ferreira, C.J., Silva, P.C.F., Vedovello, R., Tominaga, L.K., Brollo, M.J., Tavares, R., Armani, G., Santoro, J., Faria, D.G.M. & Penteado, D.R. 2007, *Diretrizes para a regeneração sócio-ambiental de áreas degradadas por mineração de saibro (caixas de empréstimo)*, Ubatuba, SP, 3º Relatório Científico, Fase II - Políticas Públicas, FAPESP, Instituto Geológico, São Paulo.
- Ferreira, C.J., Silva, P.C.F., Vedovello, R., Tominaga, L.K., Brollo, M.J., Tavares, R., Armani, G., Santoro, J., Faria, D.G.M. & Penteado, D.R. 2008, *Diretrizes para a regeneração sócio-ambiental de áreas degradadas por mineração de saibro (caixas de empréstimo)*, Ubatuba, SP, 4º Relatório Científico, Final, Fase II - Políticas Públicas, FAPESP, Instituto Geológico, São Paulo.
- Folha de São Paulo, 2008, Ubatuba não libera projetos faz 15 anos (matéria principal: litoral norte vive boom de empreendimentos de luxo), *Jornal Folha de São Paulo*, Edição de 20 de janeiro de 2008, Gráfica Folha, São Paulo, p.C4.
- Gonçalves, N.M.S. 1992, *Impactos pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador-BA*, Departamento de Geografia/FFLCH/USP, São Paulo, 245p.
- Guattari, F. 1991, *As três ecologias*, Papirus Editora, Campinas, 56p.
- Guidicini, G. & Iwasa, O.Y. 1972, *Ensaio de correlação entre pluviosidade e escorregamentos em meio tropical úmido*, IPT, São Paulo, 48p.
- Guisard Filho, F. 1940, *Ubatuba*, Gráfica Paulista, São Paulo.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Brasil) 2001, *Tendências demográficas: uma análise dos resultados da sinopse preliminar do Censo Demográfico 2000/IBGE*, IBGE, Rio de Janeiro, 63p.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Brasil) 2007, *Dados censitários*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>
- Instituto Florestal (SP) 2006, *Parque Estadual Serra do Mar – Plano de Manejo*, IF/SMA, São Paulo.
- Instituto Geológico (SP) 2005, *Sistema Integrador de Informações Geoambientais para o Litoral do Estado de São Paulo – SIIGAL*, 4º Relatório de Pesquisa/Fase II, Instituto Geológico/SMA; FAPESP, São Paulo.
- Instituto Geológico (SP) 2006, *Mapeamento de áreas de risco a escorregamento e inundação, município de Ubatuba-SP*, Instituto Geológico/SMA, São Paulo.
- Jacobi, P. 2002, Impactos sócio-ambientais urbanos – do risco a busca de sustentabilidade. In *Mendonça, F. A. e Kozel, S. Elementos de Epistemologia da Geografia Contemporânea*, Editora UFPR, Curitiba.
- Lefebvre, H. 1990, Conversa com Henri Lefebvre, *Espaço & Debates*, 30, São Paulo.
- Lefebvre, H. 1992, *Éléments de rythmanalyse – Introduction à la connaissance des rythmes*, Syllepse, Paris.

- Macedo, E.S., Ogura, A.T. & Santoro, J. 1999, Defesa Civil e Escorregamentos: o Plano Preventivo do Litoral Paulista, *Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia*, 9, ABGE, São Pedro.
- Marchand, J-P. 2005, Systèmes territoriaux et risques climatiques, *Les risques climatiques*, Paris: Éditions Belin, Paris, pp. 65-78.
- Matthews, J.A. e Herbert, D. 2004, *Unifying geography – Common heritage, shared future*, Routledge, Oxfordshire (UK).
- Mendonça, F.A. 2002, Geografia socioambiental. In *Mendonça, F. A. e Kozel, S. Elementos de Epistemologia da Geografia Contemporânea*, Editora UFPR, Curitiba.
- Mendonça, F.A. e Kozel, S. (Org.) 2002, *Elementos de Epistemologia da Geografia Contemporânea*, Editora UFPR, Curitiba.
- Mendonça, F.A. (ed.) 2004, *Impactos Socioambientais Urbanos*, Editora da UFPR, Curitiba, 328p.
- Mendonça, F.A. 1989, *Geografia Física: Ciência Humana?*, Contexto, São Paulo.
- Mendonça, F.A. 1993, *Geografia e meio ambiente*, Contexto/UEL, São Paulo, 80p.
- Mendonça, F.A. 2001, Geografia ecológica, geografia ambiental, geografia socioambiental: construção histórica e particularidades da Geografia Socioambiental, *Terra Livre*, 16, AGB/SP, São Paulo, p.139-158.
- Mendonça, F.A., Esteves, C.J.O. & Tavares, R. 2007, Risco e vulnerabilidade socioambiental em ambiente litorâneo na porção meridional do Brasil, *Encuentro de Geógrafos de América Latina*, XI, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, p. 128.
- Molion, L.C.B. 2005, Aquecimento global, El Niños, manchas solares, vulcões e Oscilação Decadal do Pacífico, *Revista Climánálise*, Ano 03, n.1, Cachoeira Paulista, p. 1-5.
- Monteiro, C.A.F. 1969, *A frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil*, IGEOG/USP, São Paulo, 68p.
- Monteiro, C.A.F. 1971, Análise rítmica em climatologia, *Climatologia*, 1, IGEOG/USP, São Paulo.
- Monteiro, C.A.F. 1973, *A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo*, IGEOG/USP, São Paulo, 129p.
- Monteiro, C.A.F. 1976, *O clima e a organização do espaço no Estado de São Paulo: problemas e perspectivas*. IGEOG/USP, São Paulo, 54p.
- Monteiro, C.A.F. 1988, Travessia da Crise - Tendências Atuais na Geografia, *Revista Brasileira de Geografia*, 50, IBGE, Rio de Janeiro, p.127-150.
- Monteiro, C.A.F. 1991, *Clima e excepcionalismo: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico*, Editora UFSC, Florianópolis, 241p.
- Moraes, A.C.R. 2007, *Contribuição para a gestão costeira do Brasil – elementos para uma Geografia do Litoral Brasileiro*, Annablume, São Paulo, 232p.

- NOAA. 2005, Previous ENSO Events (1877-present), *Rasmusson e Carpenter, 1983, Monthly Weather Review; Ropelewski e Halpert, 1987, Monthly Weather Review - Cold episode sources; Ropelewski e Halpert, 1989, Journal of Climate; Climate Diagnostics Bulletin*, http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears_1877-present.shtml, acesso em 30/11/2005.
- Oliveira, W. 1977, *Ubatuba: documentário*, Editora do Escritor, São Paulo, 216p.
- ONU. 2004, *Living with Risk. A global review of disaster reduction initiatives*. Genebra, Suíça: Inter-Agency Secretariat International Strategy for Disaster Reduction (ISDR), 152p. Disponível em: <http://www.unisdr.org>
- Paschoal, W. 1981, *As inundações no cambuci*. Departamento de Geografia/FFLCH/USP, São Paulo, 123p.
- Prefeitura Municipal de Ubatuba/SP. 2009, <http://www.ubatuba.sp.gov.br>, acesso em 11/08/2009.
- Rebello, F. 2010, *Geografia física e riscos naturais*, Imprensa da Universidade de Coimbra, Coimbra, 215p.
- Roseghini, W.F.F. 2007, *Ocorrência de eventos climáticos extremos e sua repercussão sócio-ambiental no litoral norte paulista*, FCT/UNESP, Presidente Prudente, 135p.
- Ross, J.L.S. e Moroz, I.C. 1997, *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (escala 1:500.000)*, Laboratório de Geomorfologia/Departamento de Geografia/FFLCH/USP; Laboratório de Cartografia Geotécnica-Geologia Aplicada/IPT; FAPESP, São Paulo.
- Sant'Anna Neto, J.L. 1990, *Ritmo climático e a gênese das chuvas na zona costeira paulista*, Departamento de Geografia/FFLCH/USP, São Paulo, 156p.
- Sant'Anna Neto, J.L. 1995, *As chuvas no Estado de São Paulo: contribuição ao estudo da variabilidade e tendência da pluviosidade na perspectiva da análise geográfica*, Departamento de Geografia/FFLCH/USP, São Paulo, 201p.
- Sant'Anna Neto, J.L. 2001, *História da climatologia no Brasil: gênese e paradigmas do clima como fenômeno geográfico*, Tese de Livre-docência, FCT/UNESP, Presidente Prudente, 155p.
- Sant'Anna Neto, J.L., 2003, Da complexidade física do universo ao cotidiano da sociedade: mudança, variabilidade e ritmo climático. In *Terra Livre - Mudanças climáticas: repercussões globais e locais*. Ano 19, v. 1, n. 20, AGB, São Paulo, p.51-64.
- Santoro, J. 2003, Carta de Inventário de Eventos de Movimentos Gravitacionais de Massa in *Sistema Integrador de Informações Geoambientais para o Litoral do Estado de São Paulo aplicado ao Gerenciamento Costeiro*, ed. C.R.G.SOUZA, 3º Relatório Técnico/Processo FAPESP 1998/ 14.277-2, Instituto Geológico/FAPESP, São Paulo, p. 112-115.
- Santos, L.J.C., Mendonça, F., Bertrand, F., Ansleme, B. & Bessat, F. 2005, Vulnerabilidade ambiental em ambiente litorâneo: introdução ao estudo da Baía de Antonina/PR, *Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*, XI, FFLCH/USP, São Paulo, p. 5787-5793.

- Santos, M. 1992, *A Redescoberta da Natureza*, Departamento de Geografia/FFLCH/USP, São Paulo, 12p.
- Santos, M. 1993, *A urbanização brasileira*, Hucitec, São Paulo.
- São Paulo (Estado), Secretaria do Meio Ambiente. 1996, *Atlas das Unidades de Conservação Ambiental do Estado de São Paulo*. Parte I – Litoral, SMA, São Paulo.
- São Paulo (Estado), Secretaria do Meio Ambiente. 1996, *Macrozoneamento do Litoral Norte: plano de gerenciamento costeiro*, Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 202 p.
- São Paulo (Estado). Cetesb/Secretaria do Meio Ambiente. 2002, *Relatório de qualidade ambiental no Estado de São Paulo*, Cetesb/Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo.
- São Paulo (Estado). SMA/SCT. 1988, *Instabilidade da Serra do Mar no Estado de São Paulo: situações de risco*, SMA/SCT, São Paulo, 4v.
- São Paulo (Estado). Instituto Geológico/SMA & IPT/SCTDE. 1992, *Carta Geotécnica do município de Ubatuba - SP*, SMA/SCTDE, São Paulo, v.2.
- São Paulo (Estado). SEADE. 2006, *Perfil Municipal*, SEADE, São Paulo.
- São Paulo (Estado). SEADE. 2007, *Dados populacionais do Estado de São Paulo*. Disponível em <http://www.seade.sp.gov.br>, acesso em 15/04/2008.
- Scifoni, S. 2006, *A construção do patrimônio natural*, Departamento de Geografia, FFLCH, USP, São Paulo, 284p.
- Silva, A.C. 1975, *O litoral norte do Estado de São Paulo – formação de uma região periférica*, IGEOG/USP, São Paulo, 273p.
- Silva, A.C., Sant'Anna Neto, J.L., Tommaselli, J.T.G. & Tavares, R. 2005, Caracterização das chuvas no litoral norte paulista, *Revista Cosmos*, FCT/UNESP, Presidente Prudente, v. III, p.39-48.
- Snytko, V.A. 1976, About spatial-temporal models of natural regimes of geosystems. In Reports of the Institute of Geography of Siberia and the far east, 51, *XXIII International Geographical Congress*, Irkutsk, p.96-103.
- Sorre, M. 1951, *Les fondaments de la géographie humaine*, Librairie Armand Colin, Paris.
- Souza, C.R.G. (coord.) 2005, *Sistema Integrador de Informações Geoambientais para o Litoral do Estado de São Paulo, Aplicado ao Gerenciamento Costeiro – SIIGAL*, 4º Relatório de Pesquisa - Fase II, Políticas Públicas, FAPESP, Instituto Geológico, São Paulo.
- Souza, L.B. 2003, *Chuvas e escorregamentos na região noroeste da área urbana de Juiz de Fora - MG: uma abordagem genética em Climatologia*, IGCE/UNESP, Rio Claro, 140p.
- Sternberg, H. O'Reilly. 1965, *A Terra e o Homem nos Trópicos*, Série Euclides da Cunha, v. 1, Edições Governo do Estado do Amazonas, Manaus, 88p.
- Tarifa, J.R. 1975, *Fluxos polares e as chuvas de primavera-verão no Estado de São Paulo*, IGEOG/USP, São Paulo, 93p.
- Tatizana, C. et al. 1987a, Análise de correlação entre chuvas e escorregamentos - Serra do Mar, município de Cubatão, *Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia*, 5, ABGE, São Paulo, v. 2, p. 225-236.

- Tatizana, C. et al. 1987b, Modelamento numérico da análise de correlação entre chuvas e escorregamentos aplicado às encostas da Serra do Mar no município de Cubatão, *Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia*, 5, ABGE, São Paulo, v. 2, p. 237-248.
- Tavares, R. 2006, Ritmo climático e risco socioambiental: estudo geográfico do clima aplicado à prevenção de desastres em Ubatuba-SP, *Revista Eletrônica Geografar*, v.1., Pós-Graduação em Geografia/UFPR, Curitiba, p.51.
- Tavares, R. & Armani, G. 2006, Meio Físico: Aspectos climáticos, *Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra do Mar*, IF/SMA, São Paulo, v.1, p. 47-51.
- Tavares, R., Armani, G., Brigatti, N. & Rocha, B. 2005, Caracterização climática do município de Ubatuba/SP in *Diretrizes para a regeneração socioambiental de áreas degradadas por mineração de saibro no município de Ubatuba/SP*, Ed. C.J.Ferreira, Relatório parcial do projeto, Instituto Geológico/FAPESP, São Paulo.
- Tavares, R., Armani, G., Pressinotti, M.M.N., Santoro, J. & Galina, M.H. 2005, Análise da variabilidade temporal e espacial das chuvas associada aos movimentos gravitacionais de massa na Baixada Santista-SP, *Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental*, 11, ABGE, Florianópolis.
- Tavares, R. & Mendonça, F.A. 2010, Ritmo climático e risco socioambiental urbano: chuvas e deslizamentos de terra em Ubatuba/SP (BR) entre 1991 e 2009, *Seminário Latino-Americano de Geografia Física*, VI, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal, 12p.
- Tavares, R., Sant'Anna Neto, J.L., Santoro, J. 2002, Chuvas e escorregamentos no litoral paulista entre 1998 e 2001, *Encontro Nacional de Geógrafos*, XIII, UFPB/AGB, João Pessoa, v. 1, p.1-10.
- Tavares, R., Sant'Anna Neto, J.L. & Tommaselli, J.T.G. 2003, Mapa de Unidades Climáticas do Litoral Paulista in *Sistema Integrador de Informações Geoambientais para o Litoral do Estado de São Paulo aplicado ao Gerenciamento Costeiro*, ed. C.R.G.Souza, 3º Relatório Técnico/FAPESP 1998/ 14.277-2, Instituto Geológico/FAPESP, São Paulo, p. 57-83, anexos.
- Tavares, R., Sant'Anna Neto, J.L., Tommaselli, J.T.G., Pressinotti, M.M.N., & Santoro, J. 2004, Análise da variabilidade temporal e espacial das chuvas associada aos movimentos de massa no Litoral Norte Paulista, *Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais*, 1, pp. 680-696.
- Tavares, R., Sant'Anna Neto, J.L. & Tommaselli, J.T.G. 2004b, A elaboração do mapa de unidades climáticas como subsídio à análise de risco a desastres naturais: uma contribuição metodológica aplicada ao litoral norte paulista, *Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica*, 6, UFS, Aracajú, 9p.
- Tominaga, L.K. 2007, *Avaliação de metodologias de análise de risco a escorregamentos: aplicação de um ensaio em Ubatuba-SP*, Tese (Doutorado), Departamento de Geografia/FFLCH/USP, São Paulo, 220p.
- Tominaga, L.K., Ferreira, C.J., Vedovello, R., Tavares, R., Santoro, J., Souza, C.R.G. 2004, Cartas de perigo a escorregamentos e de risco a pessoas e bens do litoral norte do Estado de São Paulo, *Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental*, 5º, ABGE, São Carlos.

- Tominaga, L.K., Ferreira, C.J., Vedovello, R., Tavares, R., Santoro, J. 2005, Ocupação urbana e risco a processos de movimentos de massa no litoral norte de São Paulo: avaliação dos fatores geoambientais, *Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*, XI, Departamento de Geografia/FFLCH/USP, São Paulo,. v.1, p.1143 – 1159.
- Tominaga, L.K., Ferreira, C.J., Tavares, R., Armani, G. 2007, Suscetibilidade a escorregamentos em Ubatuba-SP: análise e cartografia com uso de geotecnologias, *Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*, XII, UFRN, p. 1-19.
- Valêncio, N., Siena, M., Marchezini, V. & Gonçalves, J.C. (eds.) 2009, *Sociologia dos desastres – construção, interfaces e perspectivas no Brasil*, Rima, São Carlos.
- Vedovello, R., Sultanum, H.J., Ferreira, C.J., Torrejon, R.A., Tominaga, L.K., Tavares, R. 2005, Modelo conceitual e de programação para a obtenção e atualização automática de cartas de riscos em Sistemas Gerenciadores de Informações Geoambientais – SGIGs, *Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia*, 11, ABGE, Florianópolis, p.2327-2340.
- Veyret, Y. 2007, *Os riscos – o homem como agressor e vítima do meio ambiente*, Contexto, São Paulo.
- Wolle, C.M. & Carvalho, C.S. 1989, Deslizamentos em encostas na Serra do Mar – Brasil, *Solos e Rochas*, ABGE, São Paulo, v.12, p. 27-36.
- Zavattini, J.A. 2004, *Estudos do clima no Brasil*, Editora Alínea, Campinas, 398p.